



caussadesemences



Dossier technique
MÉTHANISATION

L'essentiel





CAUSSADE SEMENCES s'implique fortement dans la filière de la méthanisation en France et à l'international.

Depuis plusieurs années, **CAUSSADE SEMENCES** teste régulièrement sa génétique dans des essais d'instituts techniques et auprès d'agriculteurs détenteurs d'installations de méthanisation.

Conscients des enjeux actuels et futurs, les équipes des services Recherche et Développement de **CAUSSADE SEMENCES** poursuivent sans relâche leurs efforts pour proposer des variétés qui répondent parfaitement aux exigences des différentes filières qui produisent et valorisent les bioénergies.

Dans ce document sont présentées, pour différentes espèces, les variétés qui sont les plus performantes pour la production de biogaz dans le contexte français.

🌿 Qu'est-ce que la méthanisation ?

🌿 Les substrats entrant dans la méthanisation

- ⚙️ Les effluents d'élevage
- ⚙️ Les sources exogènes
- ⚙️ Les matières végétales
- ⚙️ Les matières non méthanisables

🌿 État des lieux de la méthanisation

- ⚙️ **Le modèle allemand** : une nécessité de produire de l'énergie
- ⚙️ **La méthanisation en France** : un procédé de traitement des déchets

🌿 Les enjeux de la méthanisation agricole en France

🌿 Les Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique (CIVE) : la réponse aux enjeux de la méthanisation

- ⚙️ **Qu'est-ce qu'une CIVE ?**
- ⚙️ **Comment réussir vos CIVE ?**
 - ⚙️ Insertion des CIVE dans la rotation
- ⚙️ **Les deux types de CIVE sélectionnées par CAUSSADE SEMENCES**
 - ⚙️ Les CIVE à cycle court
 - ⚙️ Les CIVE à cycle long
- ⚙️ **Comment choisir vos CIVE ?**
 - ⚙️ En fonction de la zone géographique

🌿 Les cultures dédiées à la méthanisation

- ⚙️ Betteraves fourragères
- ⚙️ Maïs

QU'EST-CE QUE LA MÉTHANISATION ?

La méthanisation est un procédé de dégradation de la matière organique par l'action de bactéries dans un milieu privé d'oxygène.

L'intérêt de cette fermentation est double :

• Production d'énergie renouvelable

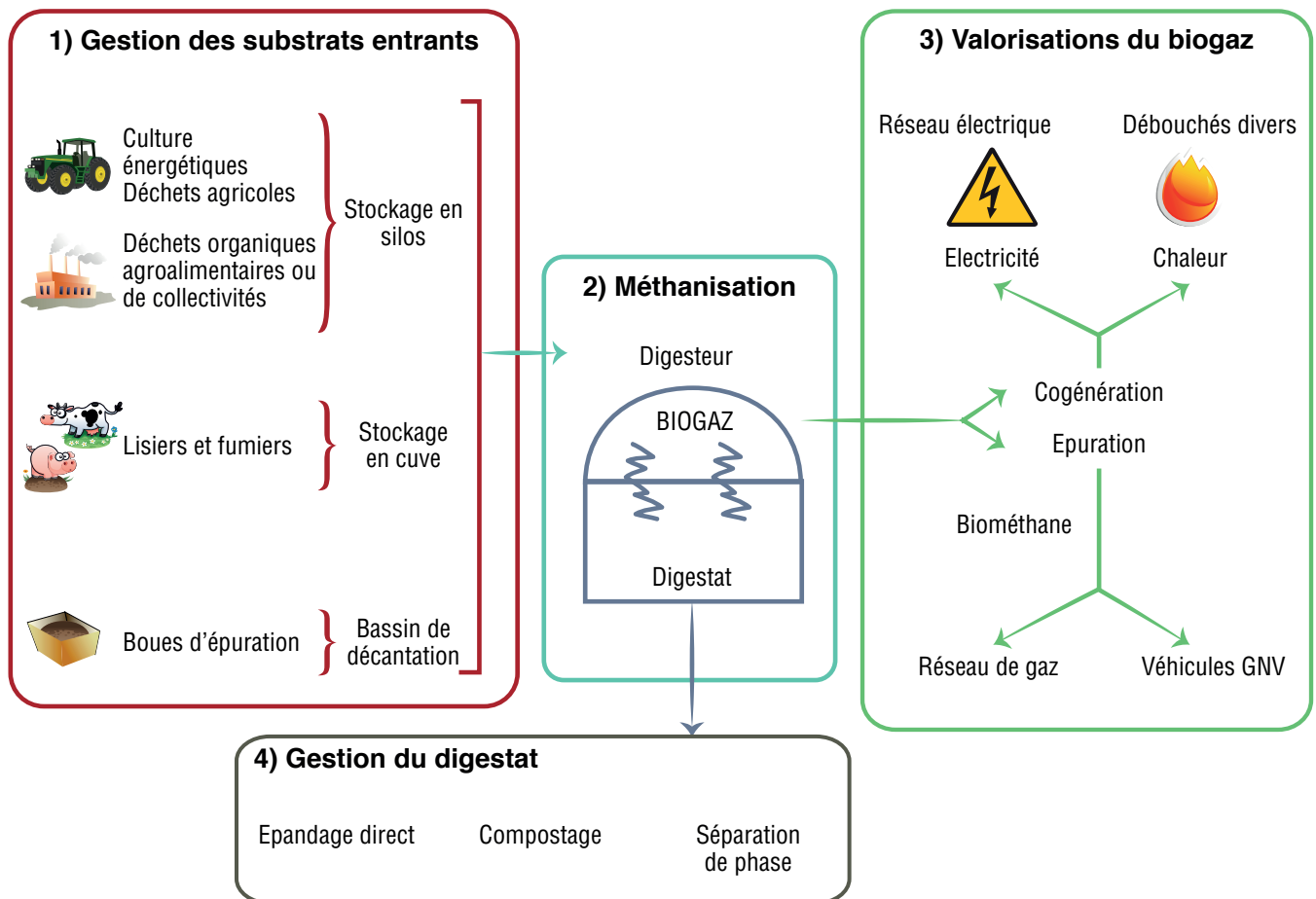
Le biogaz produit est fortement chargé en méthane pouvant produire de l'énergie par combustion. Il est valorisé :

- soit par cogénération afin de produire de l'électricité revendue à EDF et de la chaleur qui pourra être valorisée,
- soit par épuration afin de l'injecter dans le réseau de gaz naturel.

• Production d'un fertilisant naturel

Le digestat restant après les fermentations est riche en éléments minéraux directement assimilables par les plantes et peut être épandu sur les terres agricoles.

Un exemple de méthanisation à la ferme



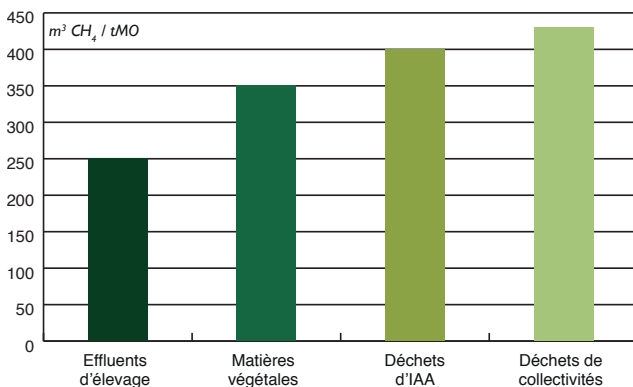
LES SUBSTRATS ENTRANT

DANS LA MÉTHANISATION

Le choix des matières organiques insérées dans le digesteur est très important et ne doit pas se faire au hasard. Il doit être établi en amont de la construction de l'unité car il en dépendra la quantité de méthane produite, et donc le dimensionnement de cette dernière. Il permet également de mesurer la rentabilité du site avant de décider de son éventuelle construction.

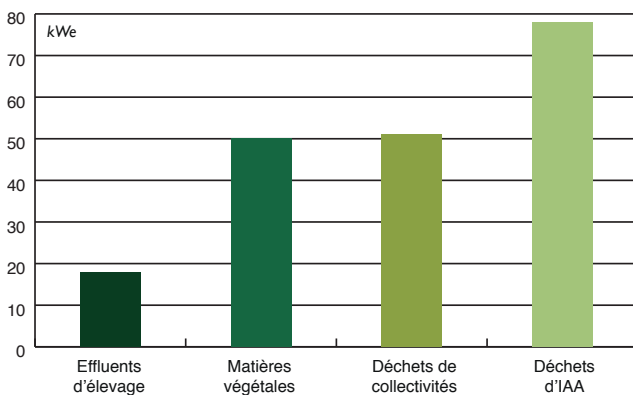
Les différentes matières organiques sont évaluées selon leur potentiel méthanogène, qui est la quantité de méthane en mètre cube par tonne de matière organique insérée ($\text{Nm}^3 \text{CH}_4/\text{t MO}$). Ce potentiel est d'autant plus fort que le taux de matière organique du substrat inséré est élevé.

∴ Potentiel méthanogène de différents substrats



En ce qui concerne la puissance que les différents substrats vont développer dans le méthaniseur, il est important de considérer en plus du potentiel méthanogène : le taux de matière organique, le taux de matière sèche et le rendement électrique du cogénérateur.

∴ Puissance électrique générée par les différents substrats



Lorsque l'on considère les puissances électriques développées par les différents substrats on observe un accroissement des différences entre les effluents d'élevage et les co-substrats de la méthanisation.

Les effluents d'élevage

Les effluents d'élevage ont un pouvoir méthanogène relativement faible. Malgré cela, ceux-ci présentent l'avantage d'être produits en grandes quantités sur les exploitations et surtout de manière régulière. De plus, ils apportent des bactéries fraîches, élément essentiel pour assurer un meilleur fonctionnement de l'unité dans le temps.

Les lisiers ont l'avantage d'être sous forme liquide, ce qui assure une homogénéisation et un meilleur mélange du milieu. Ils ont aussi un bon pouvoir tampon favorisant une stabilité du pH et du milieu en général. Cette stabilité est essentielle pour assurer une bonne dégradation des matières organiques par les bactéries. Les fumiers et fientes quant à eux ont l'avantage d'avoir un potentiel méthanogène plus élevé. Le fumier constitue également un bon support pour les bactéries, mais seul, il augmente le taux de matière sèche ; il est donc difficile à manipuler dans une unité de méthanisation en phase liquide.

Il y a donc une complémentarité très intéressante entre les effluents d'élevage solides et liquides.

Les sources exogènes

Les sources exogènes telles que les déchets d'industries agroalimentaires (IAA) et de collectivités ont l'avantage d'avoir un fort pouvoir méthanogène mais ne permettent pas à l'agriculteur d'être autonome en ce qui concerne son gisement.

Les matières végétales

Les matières végétales ont un pouvoir méthanogène élevé du fait de leur forte teneur en matière organique. Etant produites sur l'exploitation elles permettent à l'agriculteur de maîtriser son gisement et d'assurer ainsi une production continue de son digesteur.

Substrats	Matière sèche (% de MS)	Matière Organique (% de MO)	Rapport C/N	Rdt Biogaz (m ³ /t de MB)	Rdt Biogaz (m ³ / ha)	Teneur CH ₄ (% moyen)
Ensilage de maïs	32	90	40	204	8160 - 11424	53
Ensilage de sorgho sucrier	30	92	42	190	7600 - 10640	55
Epis de maïs broyés	65	98	50	425	5100 - 7225	60
Cannes de maïs	52	90	60	350	3850 - 5950	50
Grains de céréales	86	89	-	590	3540 - 5900	65
Ensilage de céréales	35	89	65	150	3000 - 6000	61
Ensilage de tournesol	30	90	-	165	2970 - 4125	58
Ray-grass anglais (vert)	17	91	16	130	2340 - 2860	55
Ensilage de graminées	35	90	-	210	2310 - 4200	52
Foin de graminées	86	89	15	400	2000 - 3200	50
Luzerne (vert)	16	88	16	110	1980 - 2200	55
Trèfle (vert)	14	87	14	95	1710 - 2090	55
Pailles de céréales	88	87	120	350	1225 - 2100	50

Source : compilation de documents issus d'instituts techniques allemands, belges et français

MO : Matière organique - MB : Matière brute - MS : Matière sèche - CH₄ : Méthane

Les matières non méthanisables

Les matières lignifiées comme le bois et les branchages ne doivent pas être insérées dans une unité de méthanisation car les bactéries sont incapables de les digérer. Il en est de même pour les matières inertes, non biodégradables comme le plastique ou le sable, qui peuvent même perturber le fonctionnement du digesteur en bloquant les pompes ou en s'accumulant au fond de l'unité. Il faut également faire attention à ne pas faire entrer de métaux lourds et autres composés chimiques pouvant altérer le fonctionnement des bactéries. Il faut également savoir que les matières non digérées se retrouveront dans le digestat qui sera épandu dans les parcelles et impactera les futures cultures qui seront implantées.

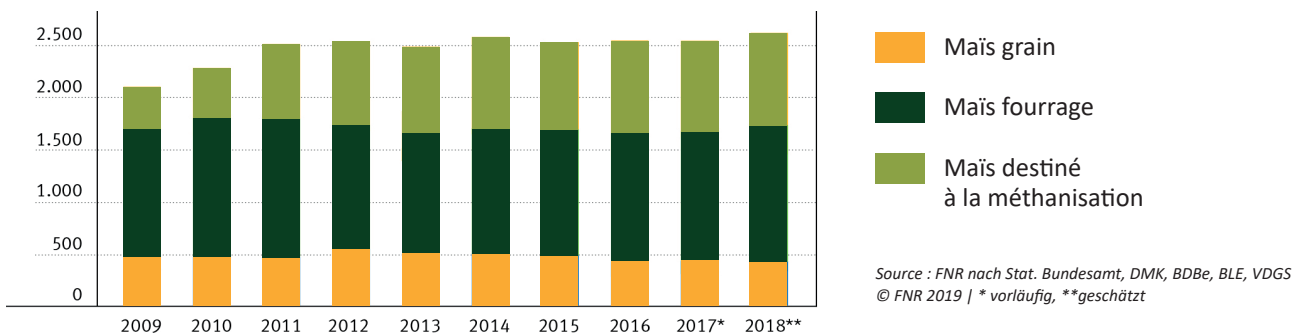
La méthanisation est arrivée partout en Europe dans les années 70 lorsque le choc pétrolier a induit une augmentation du prix de l'énergie.

Le modèle allemand : une nécessité de produire de l'énergie

L'intérêt pour les énergies renouvelables est toujours fort en Allemagne. Cependant le gouvernement n'est pas favorable à une augmentation de la part du maïs en tant que source énergétique. La réforme de la loi allemande sur les énergies renouvelables (EEG 2017) ne rend pas intéressante la création de nouvelles unités de méthanisation : pour le moment leur nombre et le volume d'électricité généré restent stables. Les surfaces en maïs biogaz devraient rester au même niveau au moins jusqu'en 2025, puis les premiers contrats de 20 ans vont arriver à échéance. Mais tout le monde espère que le gouvernement allemand promulguera une nouvelle loi. Pour qu'une installation de biogaz reste rentable après 20 ans, il est indispensable de bien valoriser la chaleur produite également.

La prochaine étape consistera à injecter du biogaz dans le réseau de gaz naturel, sans production d'électricité. Il existe actuellement en Allemagne près de 9000 installations de biogaz d'une puissance de 4,5 Gwh. En 2017, 1,034 million d'ha de maïs ont été cultivé pour la production de biogaz, 1,051 million d'ha pour l'alimentation du bétail en ensilage et 0,431 million d'ha pour la production de grain.

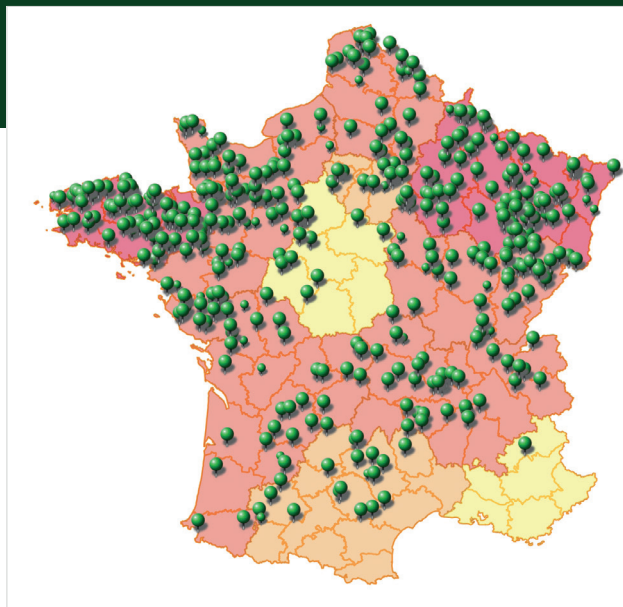
Evolution des surfaces de maïs en Allemagne



La méthanisation en France : un procédé de traitement des déchets

Afin de ne pas reproduire le même scénario, la France considère la méthanisation comme un procédé de traitement des déchets. Ceci se traduit par une volonté collective de ne pas utiliser des cultures à destination alimentaire comme en Allemagne. Concernant l'approvisionnement des installations de méthanisation par des cultures alimentaires, le décret du 7 juillet 2016(13) fixe les seuils maximaux d'approvisionnement des installations de méthanisation à partir de déchets non dangereux ou de matières végétales brutes par des cultures alimentaires, avec notamment une proportion maximale de 15 % du tonnage brut total des intrants par année civile (art. D. 543-292).

**596 unités fin 2018,
Forte concentration
en Bretagne
et dans le grand Est**



Source : <http://carto.sinoe.org/carto/methanisation/flash>

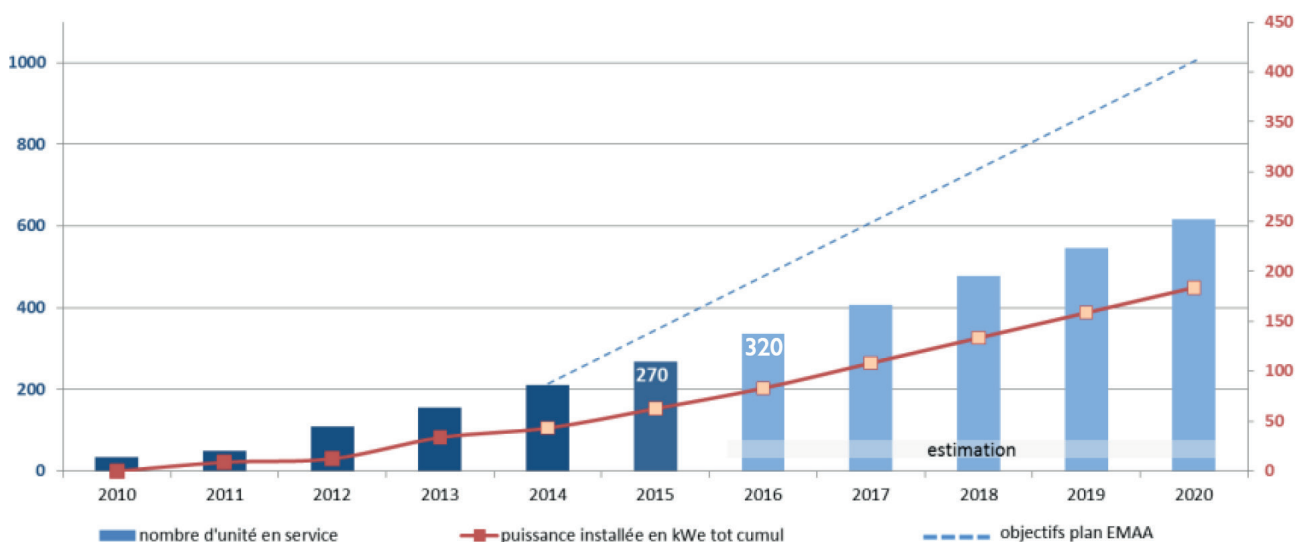
Son développement intéresse cependant les pouvoirs publics qui ont lancé le plan Energie Méthanisation Autonomie Azote en Mars 2013. Ce plan vise 1000 unités en 2020, levant ainsi les freins au développement de nouveaux projets ainsi qu'à la mobilisation des ressources méthanisables en valorisant les digestats de méthanisation. Le rythme de création d'unités de méthanisation sur la période 2011-2015 est évalué à une cinquantaine par an. Depuis 3 ans, ce rythme a fortement augmenté.

L'ADEME utilise les définitions suivantes :

Une unité de méthanisation à la ferme est portée majoritairement par un ou plusieurs exploitants agricoles. Les effluents de ferme et les déchets agricoles y sont majoritaires et la puissance installée est généralement inférieure à 500 kWe.

Une unité centralisée est une unité de codigestion de grande taille, souvent appelée unité "territoriale" ou "multipartenaire". Sa puissance installée dépasse généralement les 500 kWe et les projets font appel à de nombreux gisements codigérés sur la même unité. Ce secteur regroupe à la fois les projets collectifs agricoles (taux effluents de ferme supérieurs à 60 %) et les projets de type "déchets", qui font intervenir moins d'acteurs, et où les effluents d'élevage ne sont souvent pas une priorité.

∴ Evolution du parc d'unités de méthanisation à la ferme et centralisées



Source : ADEME - Méthanisation 2016

ÉTAT DES LIEUX

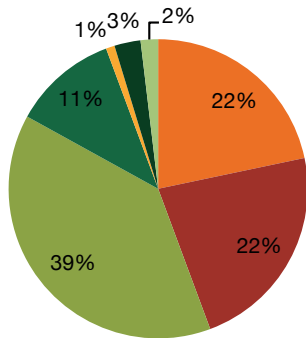
DE LA MÉTHANISATION

Les politiques publiques, par l'attribution de primes, influent grandement les orientations prises par la filière méthanisation en France.

Cela se traduit sur le terrain par le type d'exploitation débutant des projets de méthanisation ainsi que sur la ration type que l'on retrouve dans les méthaniseurs :

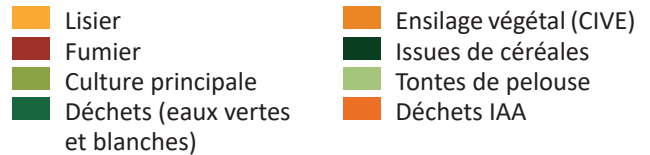
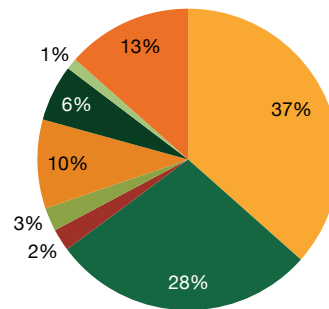
• La polyculture élevage domine

87% d'exploitations polyculture élevage



• La ration type des unités françaises

65 % d'effluents d'élevage au sein des méthaniseurs



Source : 71 exploitations possédant une unité de méthanisation

LES ENJEUX

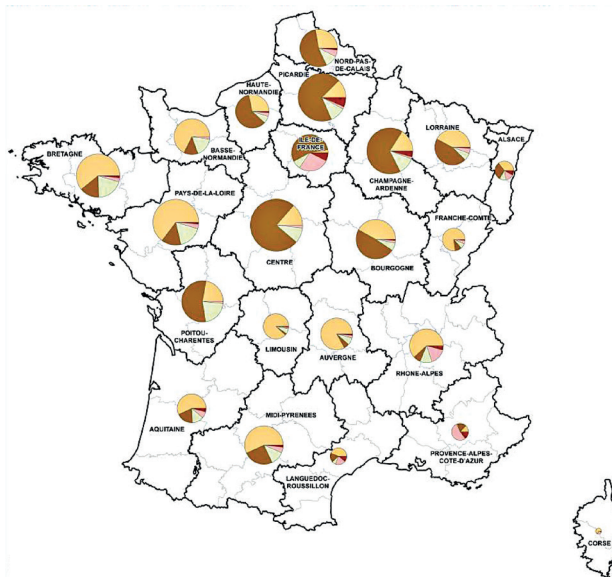
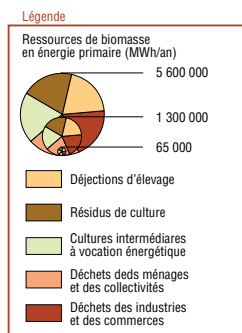
DE LA MÉTHANISATION AGRICOLE EN FRANCE

L'investissement pour une unité de méthanisation peut dépasser les 10 000 € par kW soit plus d'1 million d'euros pour des unités de taille moyenne. L'enjeu principal pour l'agriculteur est donc de rentabiliser cet investissement.

Il faut savoir que le digesteur n'apporte un revenu que lorsqu'il est en fonctionnement, c'est-à-dire lorsque suffisamment de matières organiques sont introduites pour être transformées en biogaz.

❖ Gisement méthanisable français

On observe en France de grandes disparités entre les régions en ce qui concerne la quantité et les types de ressources méthanisables.



Source : ADEME, estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation, Avril 2013

La rentabilité d'un projet de méthanisation passe donc par la sécurisation du gisement disponible pour le méthaniseur.

Les déjections animales présentes en quantité sur les exploitations sont un excellent substrat de base pour la méthanisation. En revanche leur faible pouvoir méthanogène contraint les agriculteurs à les additionner de compléments fortement méthanogènes dans un souci de rentabilité. Mais la disponibilité de ces compléments est plus limitée, notamment les déchets industriels et de collectivités dont les contrats d'approvisionnement ne peuvent pas toujours être honorés et n'ont qu'une durée de 2 ans en moyenne. De plus, avec le développement de la méthanisation, un marché pour les déchets risque d'être créé ce qui pourrait les rendre onéreux et donc peu rentables à long terme. Parmi ces compléments, les matières végétales tirent leur épingle du jeu grâce à un pouvoir méthanogène élevé et une production sur l'exploitation permettant à l'agriculteur de gagner en autonomie.

**PROJET DE MÉTHANISATION
AGRICOLE VIABLE
=
APPROVISIONNEMENT MAÎTRISÉ**

Substrats de base faiblement méthanogènes + Compléments fortement méthanogènes

Déjections animales CIVE Résidus de culture Déchets industriels ou de collectivités

Maîtrise du gisement

Forte → Faible

LES CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION

LA RÉPONSE AUX ENJEUX DE LA MÉTHANISATION

🌿 Qu'est-ce qu'une CIVE ?

Intercalées entre deux cultures dites principales, les CIVE sont choisies pour être valorisées en énergie.

Elles répondent parfaitement aux enjeux de la méthanisation :

- Elles sécurisent l'approvisionnement du digesteur : récoltées tous les ans les CIVE assurent, grâce à des rendements importants, un approvisionnement continu de l'unité ;
- Elles limitent la concurrence avec les cultures produites à des fins alimentaires : les CIVE sont conduites en dérobées ce qui n'empêche pas la mise en place de cultures à vocation alimentaire ;
- Elles présentent les avantages des couverts végétaux : assainissement de la parcelle, structuration, couverture des sols, piège à nitrates.

Les CIVE allient souplesse et performance. En pénurie de substrat, elles seront utilisées pour le digesteur. En excédant, elles seront conservées au champ et valorisées comme apport organique ou récoltées et utilisées comme fourrage.

Les CIVE sont aussi un atout pour la biodiversité dans les assolements. Elles permettent un allongement des rotations tout en insérant de nouvelles espèces dans la sole dont certaines comme le tournesol favorisent les pollinisateurs.

Le 6^{ème} programme d'action de la directive nitrates précise que pendant la période à risque de lessivage des nitrates, une couverture des sols doit être obligatoirement mise en place sur toutes les parcelles agricoles situées en zone vulnérable. Aujourd'hui, environ 55 % de la surface agricole de la France est classée en zone vulnérable, cela correspond aux régions où l'activité agricole est la plus importante. **Les CIVE sont donc un bon moyen de transformer la charge qu'est la CIPAN en produit par la production de biogaz.**

Fort de son expérience en méthanisation, **CAUSSADE SEMENCES** propose toute une gamme adaptée de couverts valorisables pour la production de biométhane.

Les CIVE choisies parmi la génétique de **CAUSSADE SEMENCES** sont sélectionnées pour leurs :

- Bons rendements en biomasse ;
- Potentiels méthanogènes élevés et leur dégradation rapide ;
- Effets positifs sur les sols ;
- Facilités d'introduction.

CIVE : Décret du 7 juillet 2016 du code de l'environnement

Pour un méthaniseur, une culture intermédiaire est une culture qui est semée et récoltée entre deux cultures principales.

Une culture principale est une culture qui est :

- soit présente le plus longtemps sur un cycle annuel.
- soit identifiable entre le 15/06 et le 15/09 sur la parcelle, en place ou par ses restes.
- soit commercialisée sous contrat.

Une des cultures d'une séquence de trois cultures en deux ans peut être introduite sans limite.

Les autres, cultures principales, seront plafonnées à 15% du tonnage brut total des intrants.

Comment réussir vos CIVE ?

Implanter au bon moment, au bon endroit, pour un maximum de potentiel

✚ Insertion des CIVE dans la rotation

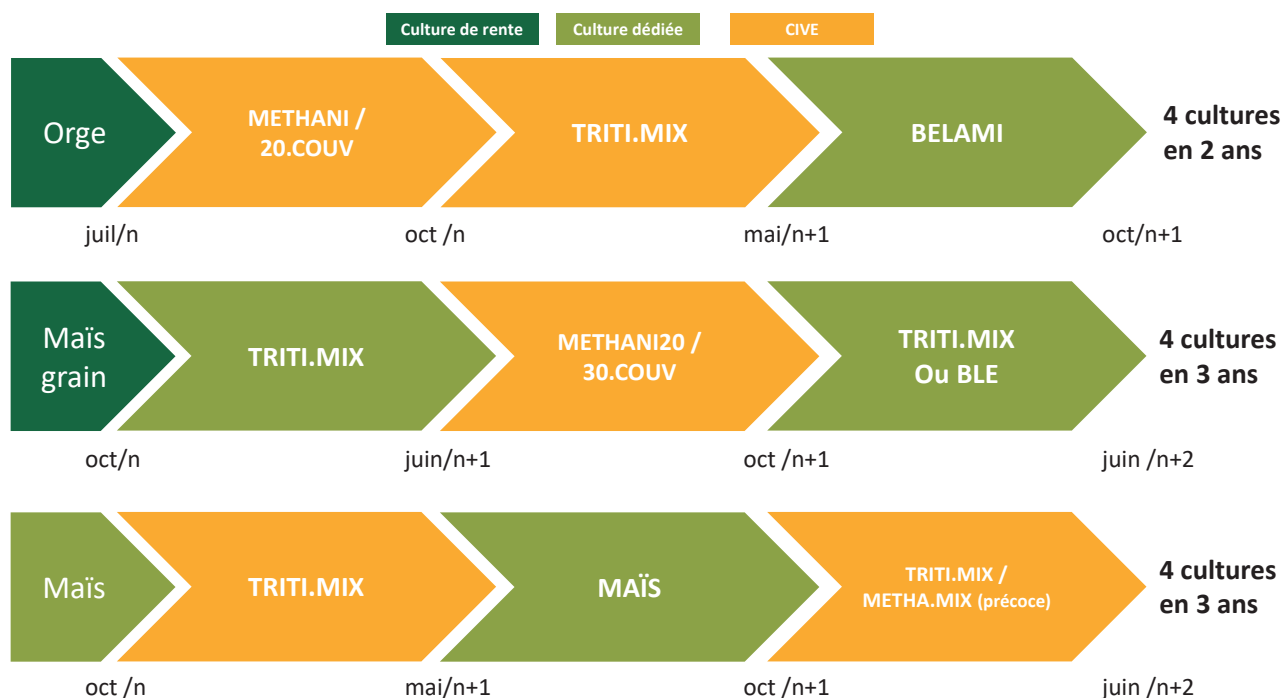
La rentabilité des chantiers de récolte des CIVE passe par l'obtention d'un rendement minimum de 4 tonnes de matière sèche par hectare. Pour augmenter et régulariser la production de biomasse en interculture, l'espèce implantée doit être considérée comme une culture en tant que telle dont l'itinéraire technique est raisonné pour atteindre le niveau de production espéré.

Dans certains systèmes de cultures, se pose la question de la modification de la succession culturale. En effet, il apparaît que l'augmentation de la production passe entre autres par un allongement de la durée du cycle de la culture.

Au-delà du seul choix de l'espèce, il est nécessaire de réfléchir à l'insertion des CIVE dans la rotation. Deux choix s'imposent selon la date de semis :

- ✚ L'été, dès la récolte des céréales, des pois, ou du colza pour une récolte à l'automne avant les premières gelées. On parle alors de **CIVE courte d'été**.
- ✚ A l'automne, dès la récolte du maïs ensilage, des betteraves, du tournesol, des pommes de terre pour une récolte le printemps suivant avant le semis d'une culture de printemps. On parle alors de **CIVE longue durée**.

✚ Une rotation CIVE made in CAUSSADE SEMENCES



LES CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION

LA RÉPONSE AUX ENJEUX DE LA MÉTHANISATION

• Une bonne gestion du semis

La réussite des CIVE est déterminée dès la récolte du précédent : une bonne gestion des repousses est nécessaire. Plusieurs points clés permettent de réussir ou non l'implantation des CIVE.

Les principales contraintes concernent les CIVE courtes durées, en effet l'implantation de ces CIVE requiert de s'affranchir de trois soucis majeurs :

- L'humidité au moment des semis : « le moins d'interventions possibles » pour ne pas dessécher le profil.
- Un travail du sol superficiel (voire un semis direct) doit être privilégié, suivi d'un roulage pour assurer la levée homogène et garder un maximum de fraîcheur.
- La gestion des repousses de céréales (voir encadré ci-dessous).

Le choix d'un couvert à implantation rapide est primordial, c'est un axe de sélection majeur pour tous nos produits destinés aux intercultures courte durée.



Gestion des menues-pailles

La « menue paille » est composée de débris de paille, des enveloppes qui entourent les graines de céréales et qu'on appelle les « balles », de parties (tiges, graines...) de mauvaises herbes. La menue paille est laissée au sol après la moisson des céréales. Elle est ensuite mélangée à la terre par le travail du sol avant les semis suivants. Suite à cet enfouissement, les graines des céréales et des mauvaises herbes qu'elle contient germent, ce qui entraîne souvent une concurrence avec les CIVE d'été. Celles-ci peuvent être récoltées et servir à l'alimentation du digesteur, cette technique en plein développement permet de limiter, le salissement des parcelles (graines, mauvaises herbes) et la concurrence lors de l'implantation du couvert.

• Techniques de semis des CIVE

Différents types de matériels sont envisageables :

- **Semis en ligne** à l'aide d'un semoir à céréales (combiné classique avec herse rotative + semoir) qui permet un lit de semence de qualité, adapté aux espèces les plus exigeantes. Il demande cependant plus de temps et de carburant, ce qui rend cette technique difficilement compatible avec un objectif de conduite du couvert à moindre frais. Cette technique a aussi l'inconvénient d'assécher l'horizon travaillé ce qui peut être très gênant en période estivale.
- **Semis direct** sur chaumes à l'aide d'un semoir spécifique. C'est la technique la plus adaptée car elle ne bouleverse pas les horizons du sol et n'entraîne donc pas d'assèchement. On peut intervenir rapidement après la moisson, et le débit hectare est important. Le frein le plus important est l'équipement onéreux de ce type de semoir. Le recours à la CUMA ou une ETA peut être une solution de secours.
- **Semis sur déchaumeur** avec un distributeur centrifuge (épandeur anti-limaces) ou une rampe de semis adaptée. Il est toutefois indispensable que la semence soit déposée en amont du rouleau afin de bénéficier d'un rappui convenable.
- **Semis à la volée** avec un épandeur à engrais, ce qui n'est possible qu'avec certaines espèces (crucifères et certaines graminées à graine ronde et dense). Cette technique permet un gain de temps très important et doit être suivie d'un recouvrement superficiel et d'un rappui des semences (herse, rouleau Cambridge...) qui va améliorer le contact terre-graine. Cependant cette technique n'est pas conseillée.

ETA : Entreprise de Travaux Agricole

CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

ENERGÉTIQUE (CIVE)

• La fertilisation

Les CIVE sont ici considérées comme des cultures dérobées, c'est-à-dire qu'à partir du moment où elles sont exportées, elles peuvent être fertilisées. Cependant, il y a quelques règles à respecter.

La culture dérobée étant considérée comme une culture secondaire, elle doit figurer dans le cahier d'enregistrement de la culture principale. Ce cahier d'enregistrement devra donc préciser les modalités de gestion de la dérobée : espèce implantée, date d'implantation et de destruction, apports de fertilisants azotés réalisés (date, superficie, nature, teneur en azote et quantité d'azote totale). La fertilisation azotée des légumineuses pures est interdite, seules les dérobées associées peuvent être fertilisées (exemple : mélange moha-trèfle).

Fertilisation azotée minérale de la culture dérobée

L'apport d'azote minéral est autorisé :

- Seulement à l'implantation de la culture dérobée.
- Sous réserve de calcul de la dose prévisionnelle (calcul obligatoire si l'apport d'azote total est supérieur à 50 kg/ha).

Fertilisation azotée organique de la culture dérobée

	Culture dérobée avant une culture implantée à l'automne	Culture dérobée avant une culture implantée au printemps	
		Apport autorisé	Conditions
Azote organique de type I autorisé (ex: fumier)	Jusqu'au 15/11	Jusqu'à 20 jours avant la récolte de la dérobée	Total des apports organiques limités à 70 kg d'azote efficace/hectare
Azote organique de type I autorisé (autres effluents)		De 15 jours avant l'implantation de la culture dérobée à 20 jours avant sa récolte	
Azote organique de type II autorisé (ex: lisier)	Jusqu'au 01/10		

Le sol est considéré couvert pour la culture dérobée si celle-ci reste en place au moins 2 mois et est implantée au plus tard le 10 septembre.

Attention toutes ces recommandations sont variables selon la réglementation départementale en vigueur. Elles sont données à titre indicatif.

• Différents moyens de récolte (ou récolter au bon moment)

Techniques de récolte des CIVE

Il existe plusieurs techniques pour récolter les CIVE, le choix se décide principalement par le port de la plante, les plus dressées comme le maïs ou le sorgho se récolteront plutôt avec un bec Kemper, tandis que les espèces à port plus tallant (Ray grass, avoine rude, millet,...) se récolteront soit en une coupe directe (matériel spécifique) soit en deux étapes (préfanage + ensilage).

Voici une liste non exhaustive des différentes techniques de récolte :

- Fauche puis récolte au pick-up.
- Ensilage coupe directe au bec Kemper.
- Ensilage coupe directe avec un pick-up équipé d'un lamier.
- Ensilage avec une barre de coupe classique de moissonneuse batteuse.

LES CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION

LA RÉPONSE AUX ENJEUX DE LA MÉTHANISATION

Récolte pick-up



Bec Kemper



Coupe directe



Importance du stade sur le potentiel méthanogène

Exemple du maïs :	Matière Sèche Rdt MS (t MS / ha)	Matière Organique Teneur en MO (%MS)	Nm ³ CH ₄ /t MS
Maïs (formation épis)	19	91,5	300
Maïs (laiteux)	23	94,7	327
Maïs (pâteux à vitreux)	30,1	94,8	317
Maïs (à maturité)	35,2	94,6	349

✦ Conservation des CIVE

La réussite de la conservation des CIVE est très proche de celle d'un ensilage de maïs ou d'herbe. Elle passe par le respect de règles élémentaires qui garantiront la bonne conservation des CIVE :

- ✦ Respecter le stade végétatif des CIVE, ni trop tôt ni trop tard (viser un taux de MS entre 20 et 30%).
- ✦ Respecter la finesse de hachage, pas trop fin même si la finesse de hachage accélère la décomposition dans le digesteur.
- ✦ Assurer la cohérence du chantier (ensileuse, bennes entre champ et silo, tracteur pour tasser).
- ✦ Soigner le tassement du silo, pour expulser un maximum d'air.
- ✦ Bâcher rapidement pour éviter les mauvaises fermentations.



Protection alternative

Plutôt qu'utiliser une bâche, épandre de l'orge ou du blé à 2kg/m² sur le dessus du silo dès la récolte. Contrairement à l'ensilage à destination des animaux, où l'agriculteur doit « trier » la partie impropre à la consommation des animaux, pas besoin de tri ici, le digesteur peut tout recevoir.

Les deux types de CIVE sélectionnées par CAUSSADE SEMENCES

Les CIVE à cycle court

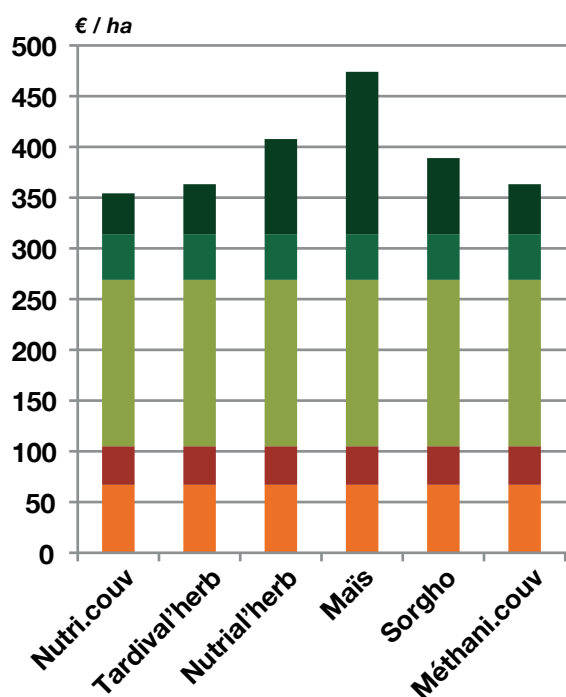
Les CIVE à cycle court sont des intercultures d'été, elles sont semées dès que possible après les récoltes de pois, céréales immatures, prairie annuelle (RGI...), orge... dès mai/juin si possible et jusqu'en août selon les régions. Elles ont une durée d'implantation de 90 à 120 jours.

Types	Espèce / mélange	Composition	Densité ha en kg / ha	Potentiel de rendement T / MS / ha	Potentiel méthanogène Nm ³ CH ₄ / ha
Couverts courtes durées	TARDIVAL'HERB	Moha fourrager, trèfle d'Alexandrie	25-30	***	****
	NUTRIAL'HERB	Millet perlé, trèfle d'Alexandrie	25	***	*****
	METHANI.COUV	Moha, nyger, tournesol	20	*****	*****
	METHANI20.COUV	Tournesol, nyger, sorgho fourrager	20	*****	*****
	METHANI30.COUV	Tournesol, sorgho fourrager tardif	20	*****	*****
	SORGHO MONOCOUCPE	SUPERSILE 18	2 doses	*****	****
	MAÏS	Variétés ultra-précoces & très précoces	2 doses	****	*****
Couverts moyennes durées	NUTRI.COUV	Avoine rude, vesce commune, trèfle d'Alexandrie et trèfle de Perse	35-40	**	****

Coût d'implantation

- Semences
- Main d'œuvre
- Récolte
- Fertilisation
- Implantation

Synthèse pluriannuelle et multi locale d'essais sur 33 exploitations en France réalisée en partenariat avec METHANEVA et l'ADEME



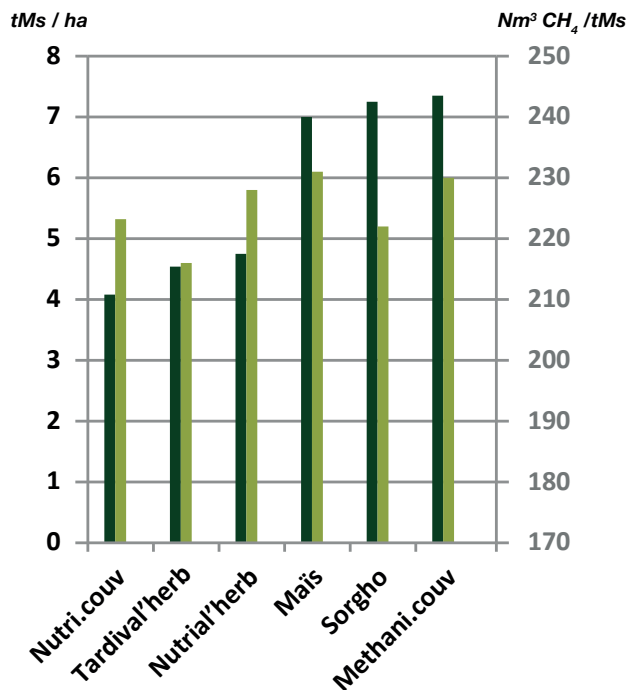
LES CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION

LA RÉPONSE AUX ENJEUX DE LA MÉTHANISATION

⚡ Rendement moyen

- Rendement moyen
- Potentiel méthanogène

Synthèse pluriannuelle d'essais sur 33 exploitations en France réalisée en partenariat avec METHANEVA et l'ADEME



$Nm^3 CH_4/t MS$ = Volume en m^3 de méthane (en conditions normales de température et de pression) par tonne de matière sèche

⚡ Avantages des CIVE courtes durées

- ⚡ Elles n'impactent pas ou peu la culture suivante, attention tout de même dans le cas de récoltes en conditions humides, où la structure peut être endommagée par des passages répétés d'engins.
- ⚡ Les potentiels méthanogènes des maïs, sorghos, tournesols et mélanges spécifiques méthanisation... assurent les meilleurs potentiels des CIVE.
- ⚡ Elles apportent en plus d'une production de biomasse méthanisable, tous les avantages des CIPAN sur la couverture de sol, structuration, amélioration de la vie biologique, intérêt cynégétique, ...
- ⚡ Elles permettent des épandages de digestat pendant des périodes d'interdiction sur sols nus.
- ⚡ Elles permettent de réaliser les labours avant l'hiver pour les sols à fort pourcentage d'argile.

⚡ Inconvénients des CIVE courtes durées

- ⚡ Le recours aux CIVE courtes durées est bien souvent une opportunité. Quand les conditions sont réunies, il faut se lancer rapidement, avant qu'il ne soit trop tard pour garantir un résultat. En effet, le cycle est plutôt court (de 3 à 4 mois dans le meilleur des cas) et il n'y a pas de possibilité de rattrapage si le semis et/ou la levée ne se déroulent pas bien.
- ⚡ Le rendement n'est jamais assuré, les conditions climatiques sont très variables pendant cette période. L'absence de pluviométrie au moment du semis ou pendant le cycle conditionne fortement le rendement, tout comme les sommes de température disponibles (particulièrement à l'automne). Pour les CIVE exigeantes comme le sorgho ou le maïs, elles deviennent très vite limitantes.
- ⚡ L'implantation des CIVE intervient à des moments critiques de pics de travail, où les agriculteurs sont sur plusieurs « fronts » : fin de moisson, chantier paille, faux semis, épandage des effluents, semis de colza,...

ENERGÉTIQUE (CIVE)

Les CIVE à cycle long

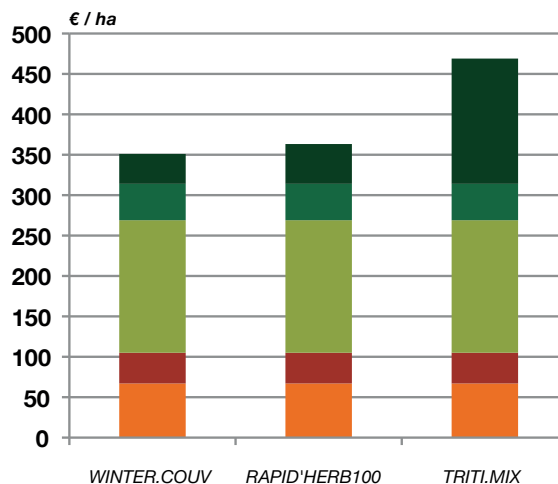
Semées à partir de mi-septembre, ces intercultures d'hiver ont une durée d'implantation de 180 à 210 jours.

Types	Espèce / mélange	Composition	Densité ha en kg / ha	Potentiel de rendement t MS / ha	Potentiel méthanogène Nm ³ CH ₄ / ha
Couverts longues durées	RAPID'HERB 100	RGI non alternatif et alternatif, trèfle incarnat, trèfle de Perse	25-30	***	****
	WINTER.COUV	Avoine rude, seigle forestier, vesce velue, trèfle incarnat	25-30	****	****
	METHA.MIX	Triticale, seigle fourrager, seigle forestier, vesce velue	70-80	*****	*****
	TRITI.MIX	Mélange céréales immatures	150	*****	*****

Coût d'implantation

- Semences
- Main d'œuvre
- Récolte
- Fertilisation
- Implantation

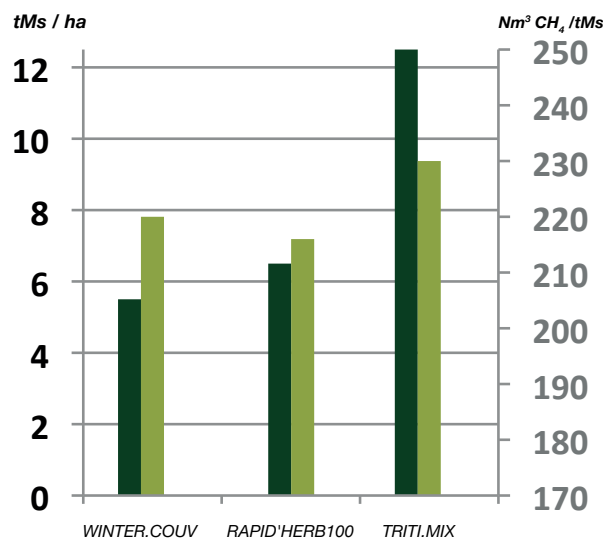
Synthèse pluriannuelle d'essais sur 33 exploitations en France réalisée en partenariat avec METHANEVA et l'ADEME



Rendement moyen

- Rendement moyen
- Potentiel méthanogène

Synthèse pluriannuelle d'essais sur 33 exploitations en France réalisée en partenariat avec METHANEVA et l'ADEME



Nm³ CH₄/t MS = Volume en m³ de méthane (en conditions normales de température et de pression) par tonne de matière sèche

LES CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION

LA RÉPONSE AUX ENJEUX DE LA MÉTHANISATION

• Avantages des CIVE longues durées

- Le rendement est plus sécurisant avec les CIVE longues durées. La période hivernale puis printanière amène une sécurité de rendement.
- La période d'implantation des CIVE longues durées est plus souple; elle permet une meilleure organisation des chantiers en cours que les CIVE courtes durées.
- Les CIVE longues durées couvrent les sols tout au long de la période hivernale, assurant un maximum de bénéfices agronomiques.

• Inconvénients des CIVE courtes durées

- Le choix des espèces est vite limité. Vu la tardiveté des semis, seules quelques espèces sont possibles.
- La longue période d'interculture interfère forcément plus que les CIVE courtes durées sur la culture suivante. La reprise des sols peut être plus tardive et impacter la date de semis de la culture suivante. Lors de certains printemps secs, les CIVE longues durées peuvent assécher le sol (notamment les ray-grass d'Italie) et donc limiter le développement de la culture suivante.

Comment choisir vos CIVE ?

• En fonction de la zone géographique

- Zone froide ■
- Zone tempérée ■
- Zone chaude ■



Zone froide

Récolte précoce du précédent :

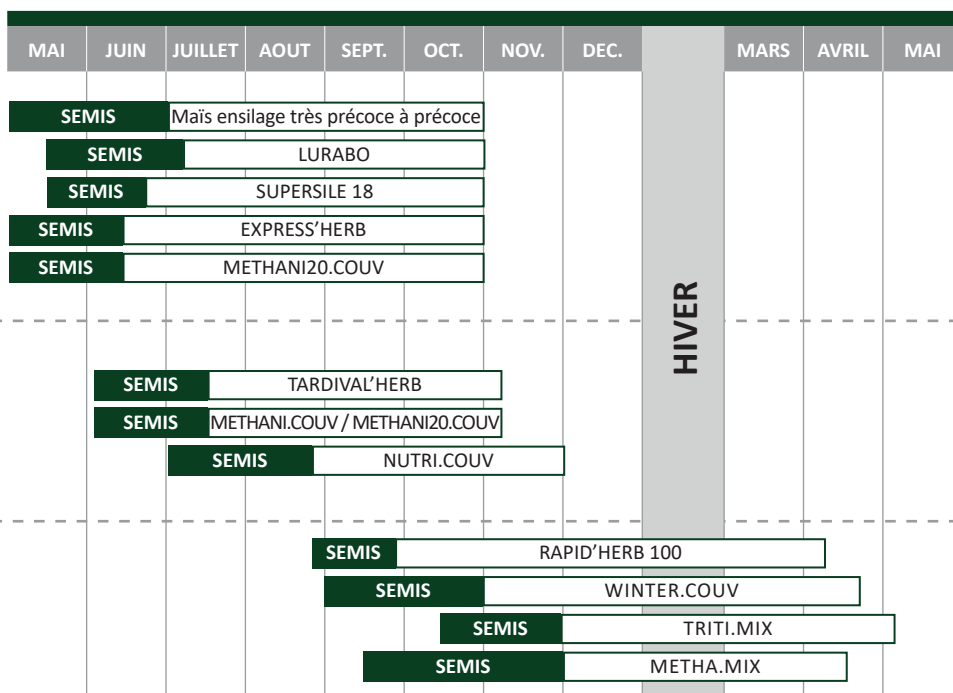
Céréales immatures
Prairie temporaire
Haricots et pois de conserve

Récolte intermédiaire du précédent :

Céréales à paille
Colza
Pois protéagineux
Féverole

Récolte tardive du précédent :

Pomme de terre
Maïs ensilage
Betterave
Maïs grain



ENERGÉTIQUE (CIVE)

Zone tempérée

Récolte précoce du précédent :

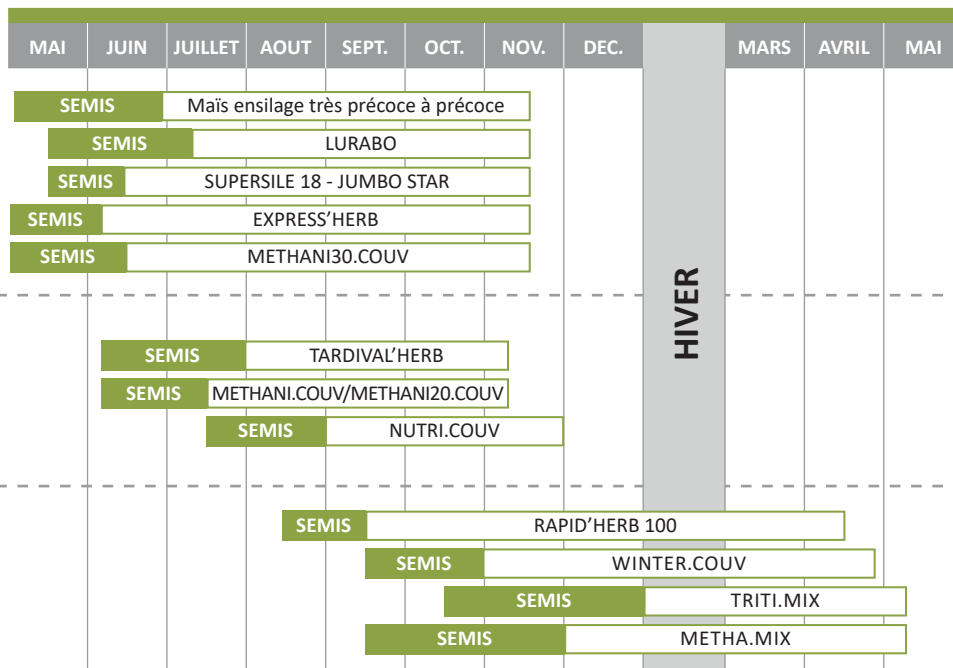
Céréales immatures
Prairie temporaire
Haricots et pois de conserve
Escourgeon

Récolte intermédiaire du précédent :

Céréales à paille
Colza
Pois protéagineux
Féverole

Récolte tardive du précédent :

Pomme de terre
Tournesol
Maïs ensilage
Betterave
Maïs grain



Zone chaude

Récolte précoce du précédent :

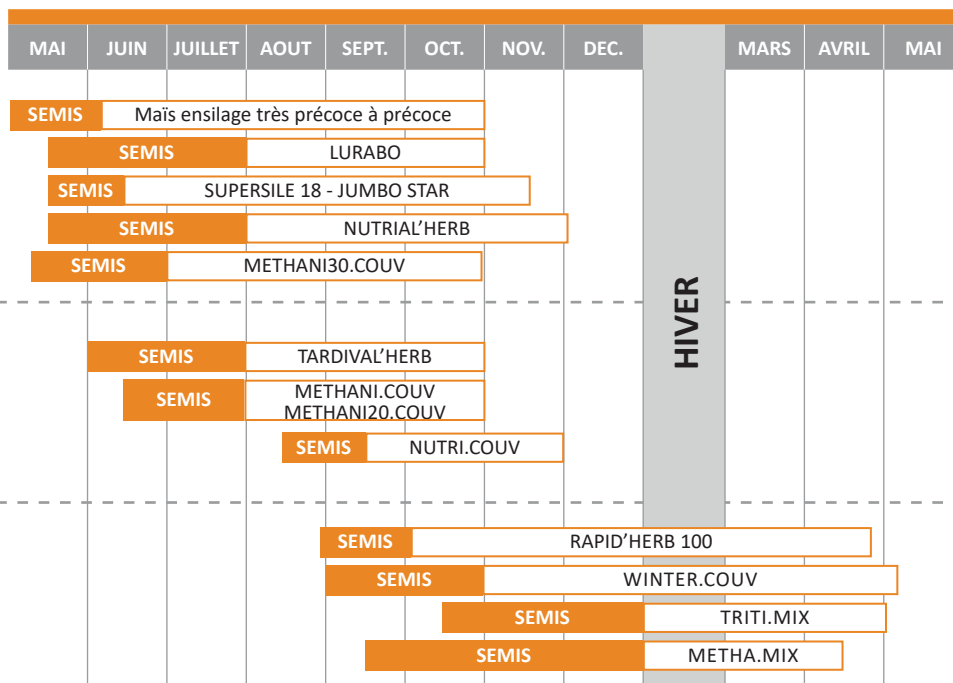
Céréales immatures
Prairie temporaire
Escourgeon
Colza

Récolte intermédiaire du précédent :

Céréales à paille
Colza

Récolte tardive du précédent :

Tournesol
Sorghos
Maïs ensilage
Maïs grain



LES CULTURES DÉDIÉES

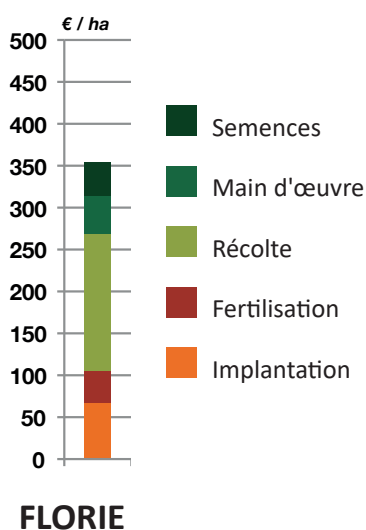
À LA MÉTHANISATION

🌿 Betteraves fourragères

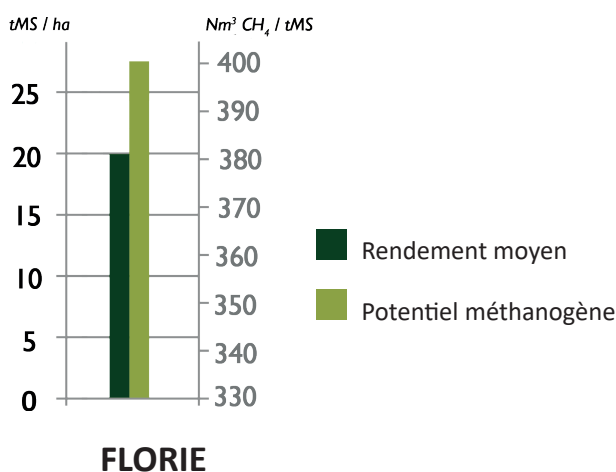
Les betteraves avec un haut taux de matière sèche font parties des cultures les plus rentables pour une valorisation en méthanisation. Elles combinent les deux principaux facteurs de rentabilité d'une culture énergétique : rendement et potentiel méthanogène élevé.

Espèce / mélange	Composition	Densité ha en gr /ha	Potentiel de rendement t MS / ha	Potentiel méthanogène Nm ³ CH ₄ / ha
FLORIE	Betterave fourragère	120 000	****	****

⚡ Rendement moyen



⚡ La ration type des unités Françaises 65 % d'effluents d'élevage au sein des méthaniseurs



Quels avantages ?

- ⚡ Rendement élevé (70-90 tonnes brut/ha).
- ⚡ Potentiel de rendement stable même en cas d'accident climatique.
- ⚡ Moins de frais de transport car plus de matière sèche par chargement.
- ⚡ Large période de récolte.
- ⚡ Potentiel méthanogène élevé (de 400 à 600 Nm³/tMS).
- ⚡ Haute digestibilité de la matière organique (95%).
- ⚡ Fermentation rapide (5-10 jours).

Quelles limites ?

- ⚡ L'utilisation de cultures principales dédiées à la valorisation énergétique ne doit pas dépasser 15 % du gisement total utilisé.
- ⚡ La conservation de longue durée (plus de 4 mois) nécessite une organisation de chantier particulière et des investissements importants.



Comment stocker ?

Pour 4 mois de conservation :

- Stockage en tas de la racine entière.

Plus de 4 mois de conservation :

Ensilage/broyage puis stockage en silos

- Nettoyage des racines obligatoire avant broyage,
- Aucun tassage possible donc la fermeture des silos doit être très rapide (silos tours à privilégier),
- Nécessité de récupérer les jus pour les injecter dans le méthaniseur.

Mélanger avec ensilage de maïs, méteil ou paille

- Même procédé que précédemment mais association de la betterave avec un autre ensilage.
- Tassage possible.
- Travailler une organisation de chantier pour coupler 2 récoltes en même temps.
- Utiliser une variété de maïs tardive pour récolte fin octobre (précocités variables selon les régions).



Stockage en fosse ou en lagune

- Nettoyage des racines obligatoire.
- Ecraser les betteraves à l'aide d'un outil spécifique puis stocker la bouillie dans une fosse.
- Perte de 20 à 30 % par des dégagements gazeux.
- La formation d'une écume et sa solidification vont limiter les pertes gazeuses.
- Matériels et canalisations spécifiques obligatoires car la bouillie est corrosive (pH 3).

Pour une bonne répartition de la production de gaz, incorporer 20-30 % de betterave à un substrat riche en cellulose (maïs, méteils, couverts, fumier).



Retrouvez toutes les infos sur le choix variétal et l'itinéraire cultural dans le **DOSSIER TECHNIQUE BETTERAVE FOURRAGÈRE**

Dossier Technique Betterave Fourragère

NOS SOLUTIONS CAUSSADE SEMENCES



FLORIE

Celle qui donne de l'énergie !

✚ Haute résistance aux maladies

En plus d'une excellente résistance à la rhizomanie, **FLORIE** se démarque par une résistance remarquable aux maladies foliaires.

✚ Rendement record

FLORIE marque par son rendement élevé grâce à un taux de matière sèche allant de 21 à 24 %.

✚ Excellente homogénéité

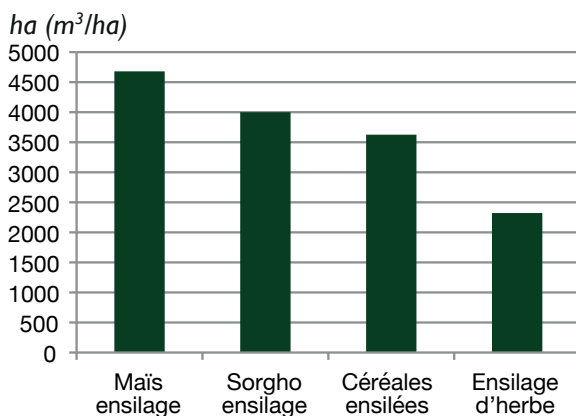
Variété enterrée, **FLORIE** permettra un arrachage mécanique plus facile tout en limitant les pertes par décolletage.

FOCUS MAÏS / SORGHO

Le bon rendement énergétique des ensilages de sorgho et de maïs en font des matières premières intéressantes pour la production de biogaz.

Ces rendements sont excellents par leur forte production de biomasse et par leurs bons potentiels méthanogènes, que ce soit en culture, comme en dérobée pour CIVE d'été (attention aux difficultés à l'importation, aux conditions de pousse en été qui peuvent dégrader les niveaux de production de biomasse).

✚ Rendement en biométhane par ha (m^3/ha)



Source : d'après les données des études de M. Köhler et M. Hatrmann

Quand il est mené en culture principale, 1 ha de maïs ensilé produit l'équivalent de 20 000 à 25 000 kWh quand 1 ha d'ensilage d'herbe en produit 10 000 à 15 000 kWh.

FOCUS MAÏS / SORGHO

Depuis plusieurs années, **CAUSSADE SEMENCES**, au travers de son réseau allemand et français, met en place de nombreux essais pour mesurer l'aptitude des différentes variétés de sorghos et de maïs à produire du biogaz. Les variétés retenues sont celles qui présentent les caractéristiques suivantes :

CRITÈRES DE CHOIX D'UNE VARIÉTÉ ADAPTÉE À LA MÉTHANISATION :

🌿 Récolter un maïs avec un fort tonnage MS/ha, choisir des variétés avec un fort développement végétatif et à grand gabarit.

🌿 Choisir un maïs avec un très bon état sanitaire pour limiter l'incorporation de champignons qui perturbent la flore des digesteurs.



🌿 Sélectionner un maïs avec un bon stay-green pour limiter les parties lignifiées qui sont non méthanisables.

🌿 A précocité, rendement et valeur agronomique comparables, une bonne valeur énergétique du maïs se traduit par une libération plus rapide du méthane.

CAUSSADE SEMENCES a sélectionné pour vous des variétés de maïs particulièrement adaptées à l'utilisation pour la méthanisation, en culture principale ou en CIVE courte d'été (choix de la précocité à adapter selon la région).

Ces variétés à bon potentiel méthanogène bénéficient du label



Maïs ultra-précoces :

AMAIZI CS
BELAMI CS

Maïs précoces :

POMERI CS

MOTIVI CS

KASERI CS
CSM 18357

Maïs demi-tardifs :

DEVOLVI CS

Maïs très précoces :

SMOOTHY CS
FRIENDLI CS

Maïs demi-précoces :

AMISTI CS
BAOBI CS
STROMBOLI CS

POESI CS

PONTIVI CS
SIRIANI CS
MISTERI CS

Maïs tardifs :

ZUCCARDI CS
FONDARI CS

Liste non exhaustive

🌿 Les variétés de maïs et sorghos testées avec succès sont les suivantes :



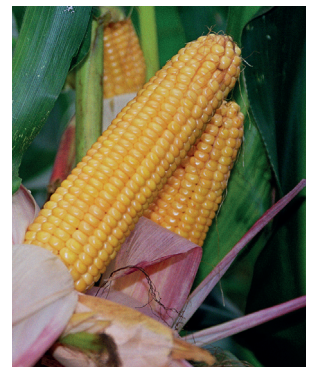
SUPER SILE 18 ET 20



JUMBO STAR



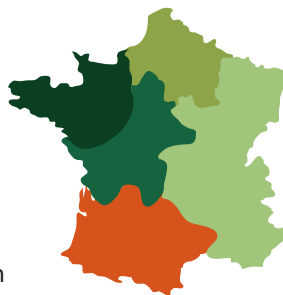
LURABO



MAÏS IDENTIFIÉ



Équipe commerciale CAUSSADE SEMENCES



Joris COMBE
Directeur Commercial France
Portable : 06 18 12 55 15
joris.combe@caussadesemencesgroup.com



Frédéric QUARTIER
Responsable de région Ouest et centre Ouest
Portable : 06 12 25 07 68
frederic.quartier@caussadesemencesgroup.com



Blandine LAPINTE
Responsable de région Nord et Est
Portable : 06 12 67 31 64
blandine.lapinte@caussadesemencesgroup.com



Julien CONSTANCEAU
Responsable de région Sud Ouest
Portable : 06 25 80 40 19
julien.constanceau@caussadesemencesgroup.com

Bassin Ouest



Pierre-Louis COBAC
Coordinateur du Bassin Ouest
Portable : 06 11 66 88 57
pierre-louis.cobac@caussadesemencesgroup.com



Fabien BOSSARD
Chargé de clientèle
Portable : 06 21 71 16 10
fabien.bossard@caussadesemencesgroup.com



Gauthier MASSELIN
Chargé de clientèle
Portable : 06 20 86 03 26
gauthier.masselin@caussadesemencesgroup.com

Bassin Centre Ouest



Loris BESNARD
Coordinateur du Bassin Centre Ouest
Portable : 06 12 29 53 78
loris.besnard@caussadesemencesgroup.com



Jacky AUBERT
Chargé de clientèle
Portable : 06 21 81 06 45
jacky.aubert@caussadesemencesgroup.com



Thierry BLAUDIER
Chargé de clientèle
Portable : 06 24 10 20 50
thierry.blaudier@caussadesemencesgroup.com



Damien COUIDAT
Chargé de clientèle
Portable : 06 03 91 87 63
damien.couvidat@caussadesemencesgroup.com

Bassin Nord



Sébastien DURAMÉ
Chargé de clientèle
Portable : 06 11 66 88 60
sebastien.durame@caussadesemencesgroup.com



Aude TREGOTS
Chargée de clientèle
Portable : 06 24 09 97 83
aude.tregots@caussadesemencesgroup.com

Bassin Est



Aurélien FONTENILLE
Coordinateur du Bassin Est
Portable : 06 12 09 81 76
aurelien.fontenille@caussadesemencesgroup.com



Denis FARGÈRE
Chargé de clientèle
Portable : 06 11 66 63 02
denis.fargere@caussadesemencesgroup.com



Vincent MARCHAL
Chargé de clientèle
Portable : 06 11 66 63 10
vincent.marchal@caussadesemencesgroup.com



Aline SCHERSHELL
Chargée de clientèle
Portable : 06 25 80 40 44
alaine.schershell@caussadesemencesgroup.com

Équipe développement



Laureline NICOLAS
Responsable développement France
Portable : 06 14 22 15 06
laureline.noicolas@caussadesemencesgroup.com



Jean-Luc CHAUSSEBLANCHE
Responsable développement régional du Bassin Ouest
Portable : 06 03 18 14 32
jean-luc.chausseblanche@caussadesemencesgroup.com



Fabien PINEAU
Responsable développement régional du Bassin Centre Ouest
Portable : 06 03 91 87 65
fabien.pineau@caussadesemencesgroup.com



Mathieu ARTISSON
Responsable développement régional du Bassin Nord Est
Portable : 06 03 85 13 68
mathieu.artisson@caussadesemencesgroup.com



Jérémie BLAS
Responsable développement régional du Bassin Est
Portable : 06 20 44 58 39
jeremie.blas@caussadesemencesgroup.com

Équipe fourragères & plantes de services



Guy MONTET
Chef marchés Fourragères et plantes de services
Portable : 06 03 34 08 57
guy.montet@caussadesemencesgroup.com



Antoine BEDEL
Chef produits Fourragères et plantes de services
Portable : 06 29 84 56 57
antoine.bedel@caussadesemencesgroup.com