

Étude réalisée avec le concours du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation.

*Thème*

METHANISATION

*FICHE n°1*

*Sujet :* Valorisation de la betterave et de ses coproduits  
en méthanisation

*Année :* [2018]

***FICHE n°1***

***Thème :*** Méthanisation

***Années :*** 2018

***Type  
d'études :*** Etude prospective

Statut :

Référence : Mémoire de fin d'études pour l'obtention du titre  
d'ingénieur par Mr Thomas Fremont UniLaSalle 2019

***Sujet :*** Valorisation de la betterave et de ses  
coproduits en méthanisation

***Sujet :***  
**Valorisation de la betterave et de ses coproduits en  
méthanisation**

### **Résumé**

Avec la fin des quotas sucre le 1er octobre 2017, les exploitations betteravières se retrouvent exposées aux aléas du marché du sucre. Un des moyens envisagés afin de les rendre plus résilientes et de stabiliser leurs revenus est leur diversification dans l'activité de méthanisation.

L'objectif de cette étude a été d'évaluer la rentabilité de l'utilisation de la betterave et/ou ses coproduits, en comparaison des produits utilisés actuellement en méthanisation.

Les rentabilités ont ainsi été évaluées pour l'utilisation : des feuilles de betteraves, de la pulpe de betterave surpressée, de la betterave entière (en cas de surproduction notamment) et de betteraves en culture intermédiaire (betteraves CIVE). Ces rentabilités ont été comparées à celles des cultures CIVE habituellement utilisées.

### **Le contexte de l'étude**

#### **Rappel de la réglementation**

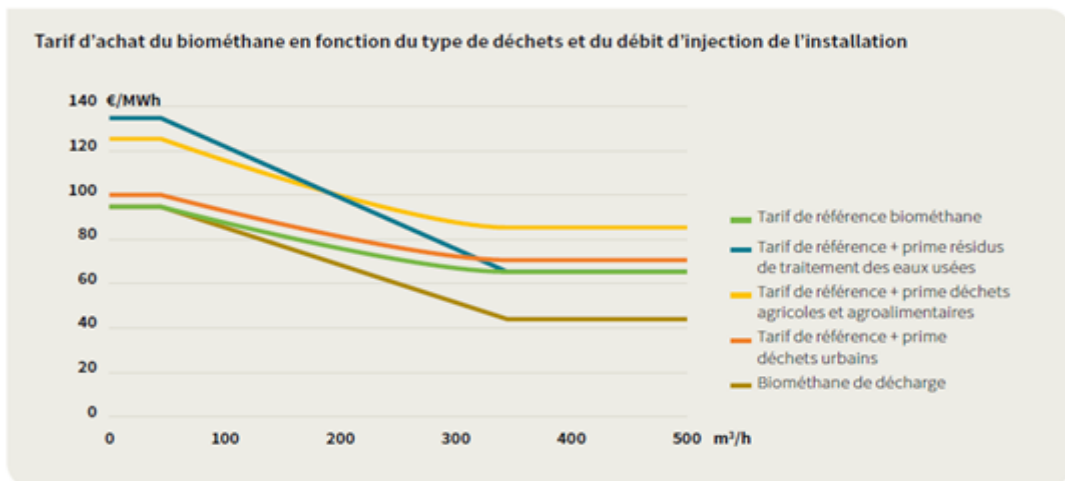
Il est rappelé que selon le décret du 7 juillet 2016 du code de l'environnement Article D 543-291, une culture principale est la culture d'une parcelle qui est : - soit présente le plus longtemps sur un cycle annuel, -soit identifiable entre le 15 juin et le 15 septembre sur la parcelle, en place ou par ses restes, -soit commercialisée sous contrat. Et une culture intermédiaire est une culture qui est semée et récoltée entre deux cultures principales. Selon l'article D. 543-292, les installations de méthanisation peuvent être approvisionnées par des cultures alimentaires ou énergétiques, cultivées à titre de culture principale, dans une proportion maximale de 15 % du tonnage brut total des intrants par année civile...

Il résulte de ces textes que la betterave entière issue d'une culture principale, même si elle résulte d'un excédent de production, est limitée en tonnage, mais également en tarif de rachat de l'électricité produite du fait de la perte de la prime déchets agricoles et agroalimentaires.

### Tarifs de rachat

En zone betteravière, le développement des installations de méthanisation est principalement orienté vers l'injection dans les réseaux de gaz plutôt que vers la cogénération. La raison principale est la difficulté de valorisation de la chaleur, qui sans cela ne permet pas d'assurer la rentabilité des projets.

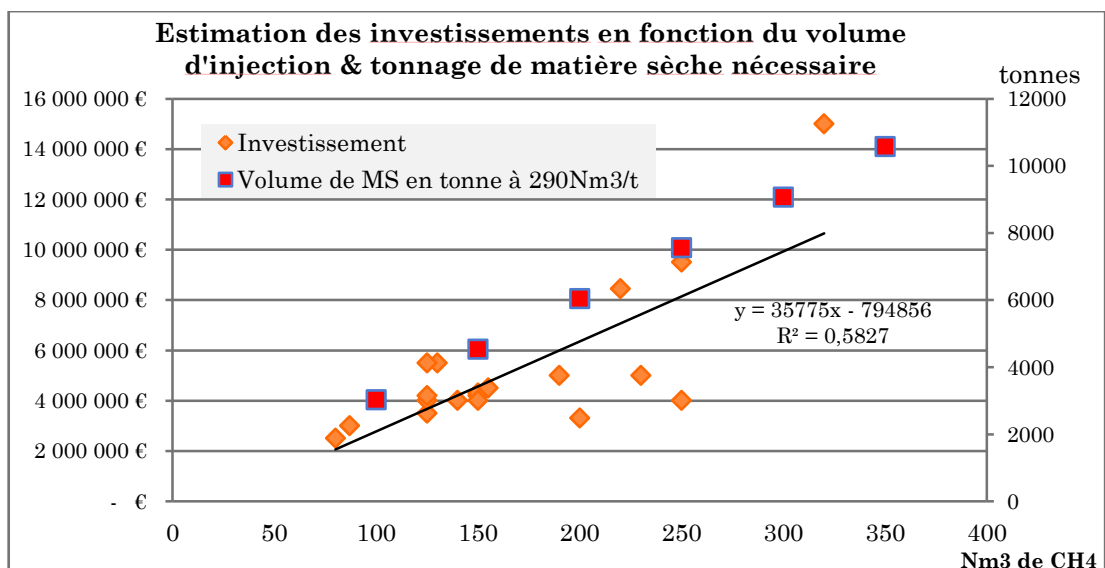
Le tableau ci-après donne les tarifs de rachat du biométhane injecté dans les réseaux selon l'arrêté du 23 novembre 2011.



Pour les méthaniseurs agricoles, le tarif optimum est celui qui inclut la prime déchets agricoles et agroalimentaires.

### Investissement

A partir des données provenant d'installations de méthanisation en service, les relations entre les variables investissement, volume de biogaz injecté et tonnages de matière sèche ont été estimées, voir tableau ci-dessous.



## Pouvoir méthanogènes en fonction des matières premières végétales

Le tableau ci-dessous donne la production de biométhane estimée pour différentes matières premières végétales cultivées en zone betteravière, ramenée à la tonne de matière brute et à la tonne de matière sèche.

Substrat	%MS	Volume de CH <sub>4</sub> par tonne de matière brute	Volume de CH <sub>4</sub> par tonne de matière sèche
Pulpe de betterave	28%	92	330
Betterave	25%	81	325
Seigle	38%	114	299
Orge	35%	104	298
Maïs	33%	97	293
Feuille de betterave	18%	48	267
Avoine verte floraison	24%	64	266
Sorgho	22%	52	235

## **Les résultats obtenus**

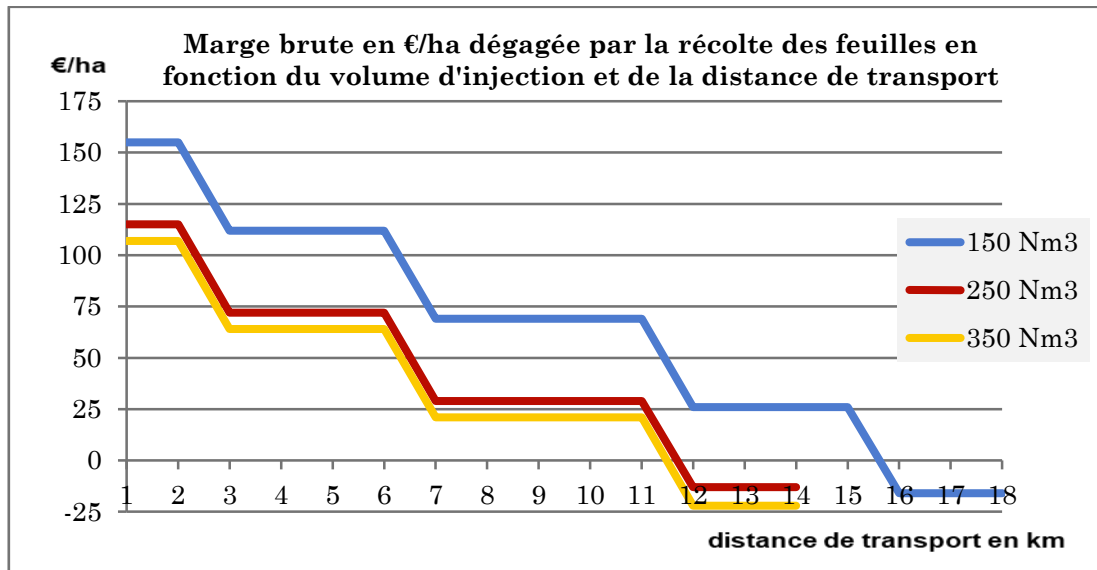
Les calculs suivants sont basés sur les rendements moyens des cultures estimés pour les zones betteravières.

### Rentabilité de l'utilisation des feuilles et radicelles

La production de feuilles pour une parcelle de betterave est en moyenne sur la période de récolte d'environ 35 tonnes de matière fraîche par hectare, dont 14% de matière sèche mobilisable, soit 5 tonnes de MS/ha.

La récolte des feuilles nécessite l'investissement dans un dispositif de récolte de l'ordre de 10 000€, adaptable uniquement sur une arracheuse intégrale afin de permettre le transport par tracteur et benne.

Les coûts de transports sont très influents sur la rentabilité de la récolte de feuilles. La distance limite à partir de laquelle la rentabilité devient négative est de l'ordre de 12 km pour un méthaniseur de capacité d'injection de 250 à 350 Nm<sup>3</sup> et de l'ordre de 16 km pour un méthaniseur de 150 Nm<sup>3</sup>.



*NB : Chaque palier correspond à la mise en place d'un tracteur et d'une benne supplémentaire*

### Rentabilité de l'utilisation de la pulpe surpressée

La pulpe surpressée est intéressante en méthanisation du fait de son potentiel méthanogène assez élevé.

Rappel de pouvoirs méthanogènes :

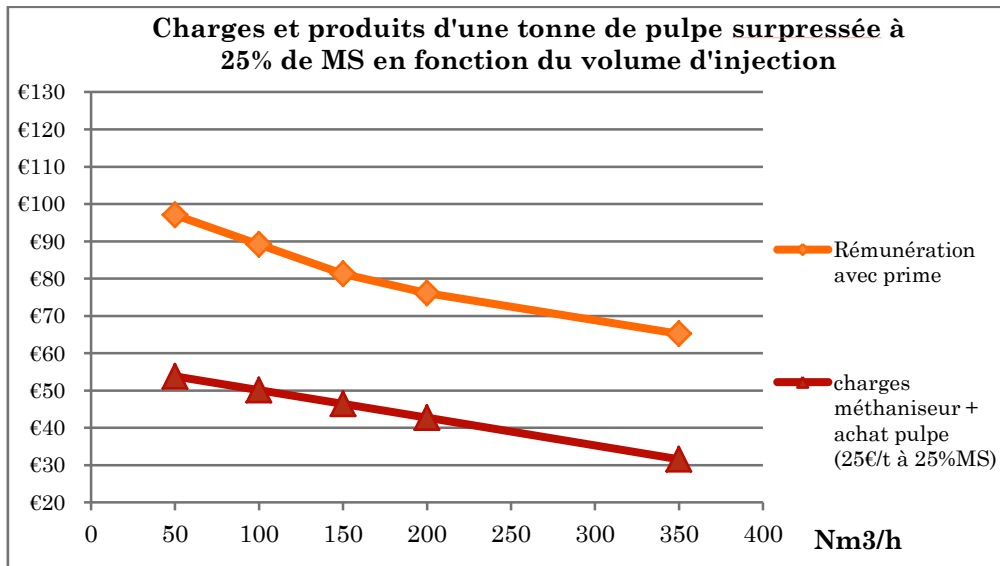
Pulpe : 330 Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/t de MS

Mélasse : 255 Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/t de MS

Vinasse : 135 Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/t de MS

La prime PI2 (déchets agricoles et agro-industriels) s'applique sur les produits issus de la transformation de la betterave.

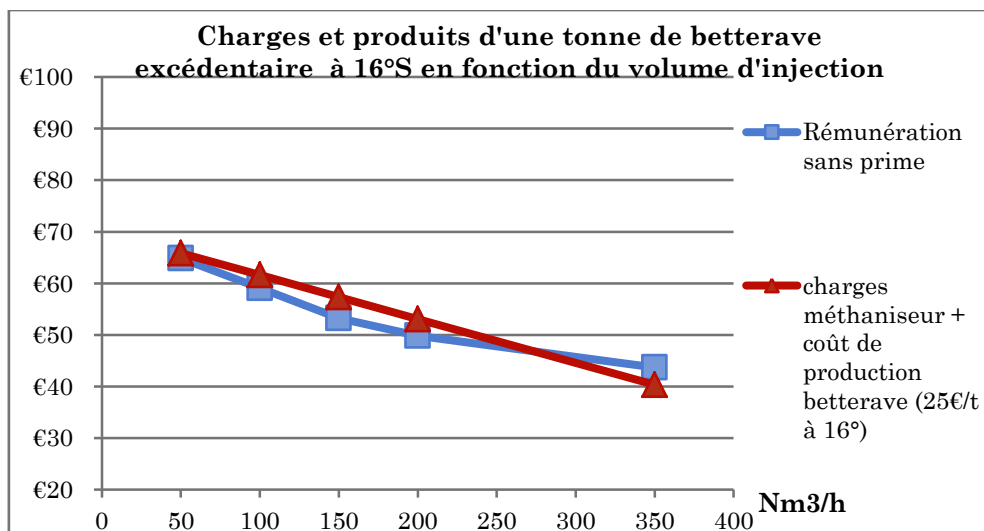
Une pulpe achetée 25€/t à 25% de MS rendue permet de dégager une marge pour le méthaniseur, voir tableau ci-après.



**Rentabilité de l'utilisation de la betterave entière en culture principale**

Considérée comme culture principale, la betterave entière ne bénéficie pas de la prime PI2 (déchets agricoles et agroalimentaires) qui représente environ 30% de la rémunération.

Sans cette prime PI2 et avec une betterave payée au prix de revient de 25€/t à 16° => il n'y a aucune rentabilité pour le méthaniseur, voir graphique ci-après.

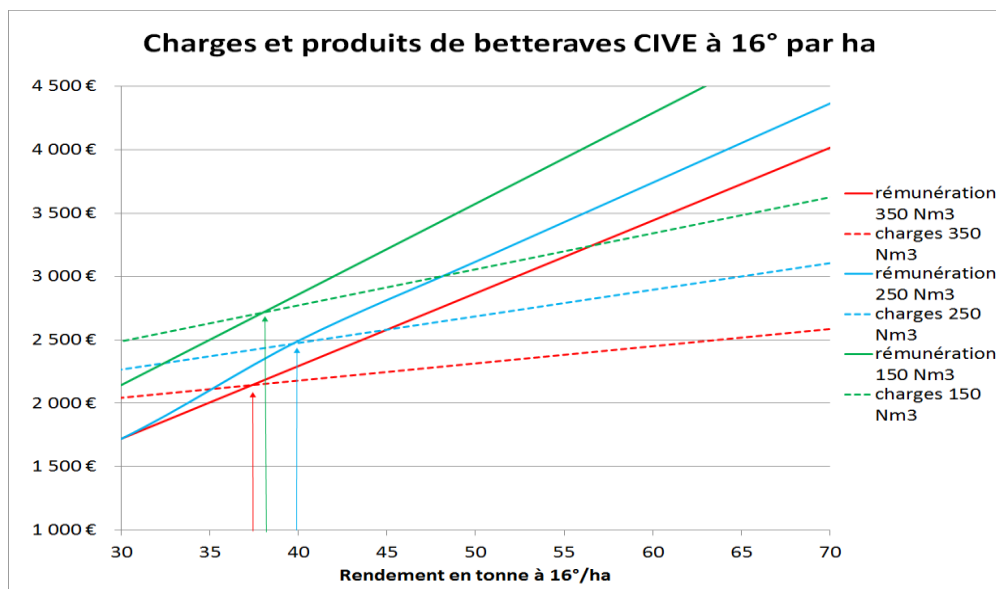


*NB : l'utilisation de betterave entière peut nécessiter la mise en place d'équipements de lavage des betteraves.*

### La betterave entière en CIVE

La betterave CIVE pourrait être semée fin Juin/ début Juillet, immédiatement après la récolte d'une culture de printemps précoce telle qu'une orge. L'arrachage peut se faire jusqu'en Avril de l'année suivante.

Le seuil de rentabilité est estimé autour d'une production de 37 à 40 t/ ha à 16°S, ce seuil dépend du tarif de rachat lié au volume d'injection du méthaniseur, voir graphique ci-dessous.



*NB : Des essais sont réalisés dans le but d'évaluer le rendement d'une betterave CIVE.*

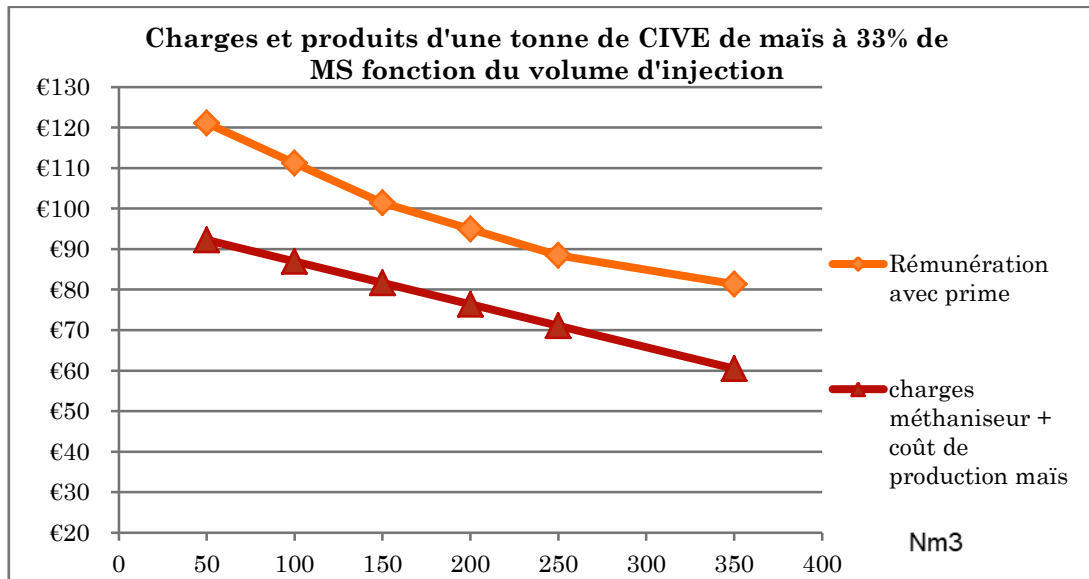
### Comparaison de la rentabilité avec d'autres cultures CIVE.

#### Mais en CIVE

Le maïs en CIVE est une culture énergétique d'été. Le rendement d'une CIVE d'été se joue lors de son implantation qui doit avoir lieu le plus tôt possible. Idéalement l'implantation se fera entre le 15/06 et le 10/07, et la récolte entre le 15/09 et le 1/11.

En conditions moyennes, la marge d'une tonne de matière sèche de maïs est estimée à peu près 2 fois inférieure à la marge d'une tonne de pulpe surpressée, voir graphique ci-dessous.



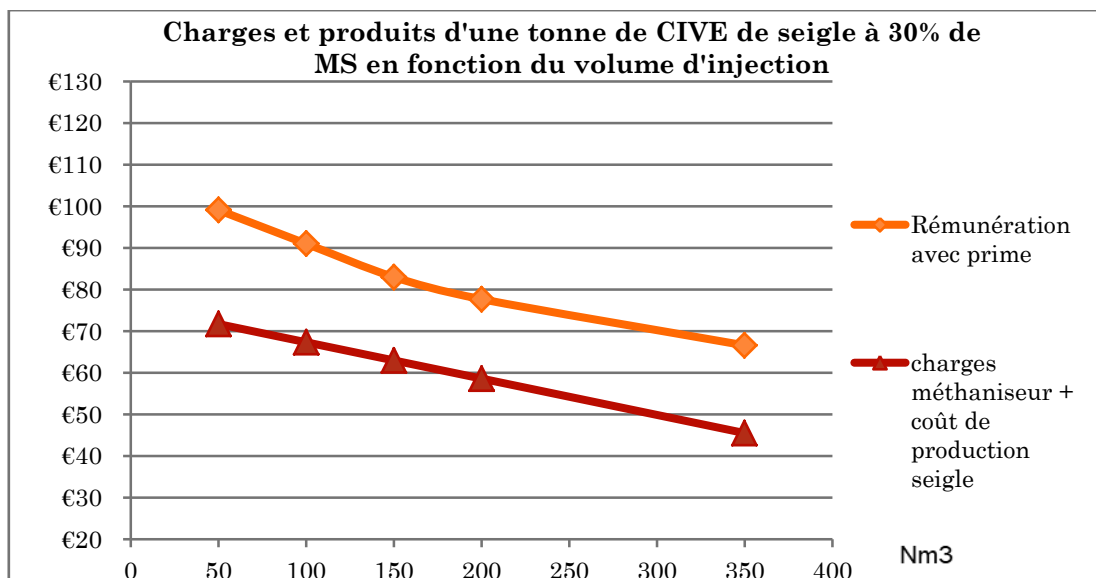


### Seigle en CIVE

Le seigle est une CIVE d'hiver. L'implantation sera réalisée entre le 20/09 et le 10/10, et la récolte entre le 15/04 et le 30/04 idéalement. Le rendement d'une CIVE d'hiver se joue à la récolte, une augmentation de 20 à 40% peut avoir lieu dans un laps de temps de 15 jours.

La fertilisation entre 60 et 100 unités est toujours valorisé par une CIVE d'hiver. Le digestat provenant de l'unité de méthanisation est un bon candidat pour cet apport printanier.

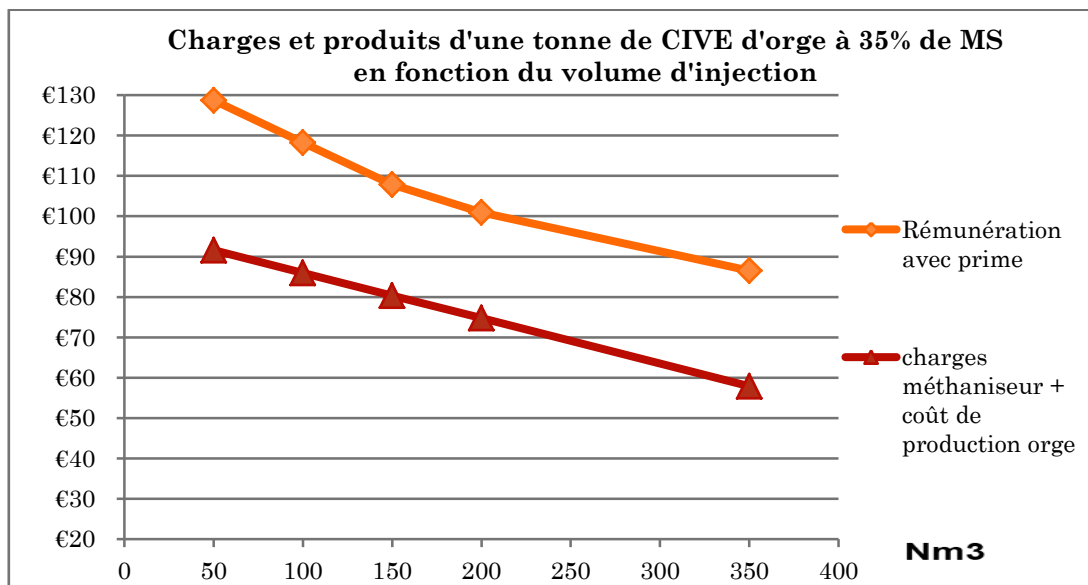
En conditions moyennes, la marge d'une tonne de matière sèche de seigle est estimée à peu près 2 fois inférieure à la marge d'une tonne de pulpe surpressée, voir graphique ci-dessous.



### Orge en CIVE

L'orge est une CIVE d'hiver comme le seigle. L'implantation sera réalisée entre le 20/09 et le 10/10, et la récolte entre le 15/04 et le 30/04 idéalement

En conditions moyennes, la marge d'une tonne de matière sèche d'orge est estimée à peu près du même niveau que la marge d'une tonne de pulpe surpressée, voir graphique ci-dessous.



### **Conclusion :**

L'utilisation de betterave entière en méthanisation n'est pas économiquement rentable compte tenu d'un tarif de rachat insuffisant (absence de la prime déchets agricoles).

La betterave CIVE pourrait offrir un intérêt, à condition de dépasser un rendement de 60 tonnes par hectare à 16°S.

La pulpe de betterave surpressée à un intérêt et permet une rentabilité du même ordre que celle d'une CIVE d'orge d'hiver.

La récolte des feuilles de betteraves peut offrir un intérêt dans un périmètre restreint autour du méthaniseur.