



Unité de méthanisation agricole et d'injection de biométhane AgriFyl's à Chaumont (52)



Figure 1 : AgriFyl's à Chaumont (52)

Contexte

Objectifs



Les Groupements d'intérêt économique et environnemental (GIEE) permettent une reconnaissance officielle par l'État de l'engagement collectif d'agriculteurs dans la modification ou la consolidation de leurs pratiques en visant une performance économique, environnementale et sociale.

Le GIEE APAB (pour une Agriculture Porteuse d'Avenir dans le Barrois a engagé une réflexion sur le thème de l'agriculture de conservation, de l'organisation des cultures jusqu'à la gestion de l'alimentation et des effluents du méthaniseur. 4 des 5 associés du projet AgriFyl's étaient déjà engagés dans le dispositif ; dans le cadre de ces nouvelles pratiques, ils réalisent 3 cultures sur 2 ans et se tournent alors vers la méthanisation (début du projet en 2012) pour apporter une plus-value à cette 3^{ème} culture.

Historique

Les associés du projet AgriFyl's constituent en mars 2015 la SAS AgriFyl's Energie pour porter le projet de méthanisation d'intrants agricoles. Le digesteur est alimenté quotidiennement par des effluents d'élevage (28 % du mélange), des CIVE (54%), des

végétaux stockés en silo (15%) et des résidus de céréales. Les fumiers des élevages des associés, ainsi que les lisiers de l'exploitation voisine (GAEC de Chevaucourt) permettent aussi de renouveler les bactéries.

Le projet bénéficie du soutien du GIP 52 (Groupement d'intérêt Public de Haute-Marne (subvention), de la Région Grand-Est (subvention) et d'EDF (bonification de prêt). La Chambre d'Agriculture de Haute-Marne accompagne le projet depuis son début.

Particularité du site

L'unité de méthanisation se compose de 4 cuves (digesteur, post digesteur, stockage et post-stockage) soit un volume utile total de 13 600 m³. La biomasse verte utilisée est une 3^{ème} culture en 2 ans réalisée par les exploitants. Ces intrants ne rentrent pas en concurrence avec la production de cultures alimentaires. La biomasse non méthanisée sur les parcelles est restituée par l'épandage du digestat (sur les parcelles des exploitants).

Les lisiers de l'exploitation voisine (GAEC de Chevaucourt) sont pompés directement par une canalisation reliant les 2 installations. Entre 2 cultures principales, triticale, avoine, raygrass, seigle et sorgho sont cultivés pour leur valeur méthanogène. Les CIVE sont récoltées sur les exploitations des associés, elles permettent de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires, un allongement des rotations et un maintien de la biodiversité avec une couverture permanente des sols. La culture du maïs sécurise l'équilibre biologique et les poussières/impuretés des céréales proviennent du triage et nettoyage des céréales de coopératives et de négociants locaux.

Description technique de l'installation

AGRIKOMP France a livré une installation « clef en main » évolutive avec une capacité de transformation du post-digesteur en digesteur. L'installation dimensionnée à partir des capacités de consommation de l'aire urbaine de Chaumont (52) pendant les périodes de basse consommation (été) offre des capacités évolutives pour des productions de biométhane supplémentaires ou d'autres valorisations du biogaz.

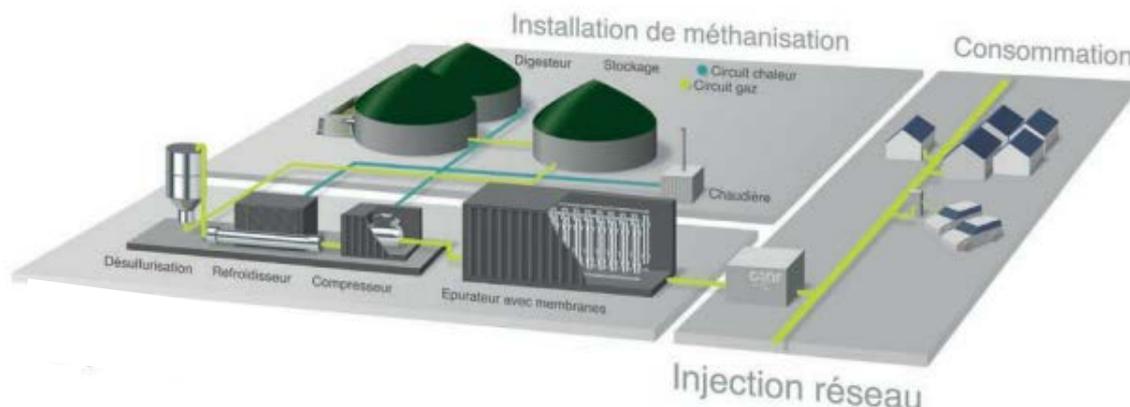


Figure 2: Schéma de fonctionnement de l'unité AgriFyl's

Prétraitement des intrants

L'installation est équipée d'un système d'introduction de matières solides VIELFRASS SB (caisson à fond mouvant) et d'un broyeur en ligne PREMIX (VOGELSANG). Le PREMIX associe quatre étapes de travail combinées dans une unité compacte avec une pompe à rotor excentrée, une chambre de mélange, un broyeur à couteaux et un piège à corps étrangers à vidange automatique. Le broyeur fonctionne à une pression inférieure à 6 bar avec un débit total de 55 m³/h de matière.



Figure 3: Ensemble VIELFRASS SB (caisson à fond mouvant) et broyeur en ligne PREMIX

Digesteurs, production du biogaz

L'unité de méthanisation comprend 2 fosses de process : 1 digesteur de 23 mètres de diamètre et 1 post-digesteur de 23 mètres de diamètre, pour une hauteur de 6 mètres. Chaque fosse est équipée de 2 agitateurs PADDELGIGANT. Chaque agitateur est prévu pour permettre un flux de matières très important dans les fosses de process (digesteur et post digesteur) et une consommation électrique réduite. Les différentes pâles favorisent l'accès à la matière organique pour les bactéries avec un brassage homogène du substrat en fermentation. La pâle en position basse limite la sédimentation dans les fosses de process.



Figure 4: Agitateurs PADDELGIGANT

Le chauffage des digesteur & post-digesteur utilise des tubes en Polyéthylène-Xc (PE-Xc) avec barrière anti-oxygène Ø20 (20x1,9), avec un rail de fixation en inox et des vannes d'isolement séparées. Le système diffuse la chaleur directement au cœur du substrat.



Figure 5 : Chauffage des digesteur & post-digesteur

Stockage du biogaz

Le stockage du biogaz est réalisé sous membrane double peau PVC suivant une forme conique pour un meilleur rapport qualité/prix au regard du volume de stockage du biogaz. La membrane double peau PVC permet une bonne durabilité de la membrane et une porosité faible à long terme.

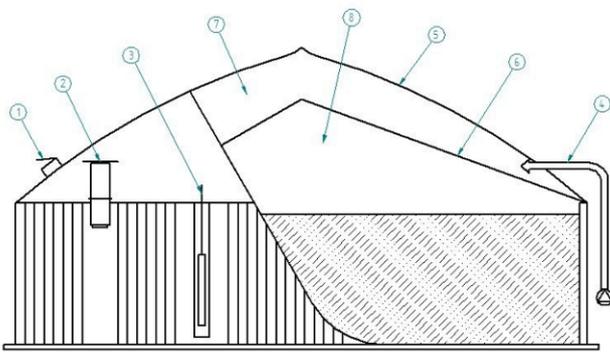


Figure 6 : Stockage du bioqaz



- 1 : Trappe d'évacuation
- 2 : Soupape de sécurité sous-/surpression
- 3 : Contrôle de niveau de remplissage
- 4 : Alimentation de la pression d'air



Traitement de l'H₂S dans les digesteur et post-digesteur

Afin d'assurer la qualité de biométhane exigée (ex : valeur limite de l'azote) l'installation dispose d'une production d'oxygène pur avec la technologie d'adsorption par variations de pression (PSA). Ce matériel permet la production de molécules d'oxygène pur (O₂), injectées dans le ciel gazeux du digesteur et du post digesteur pour permettre aux bactéries non aérobies de transformer l'hydrogène sulfuré (H₂S) en soufre qui se dépose sur la structure (filet + sangles) du digesteur et du post digesteur pour tomber dans le digestat.



Figure 7 : Traitement de l'H₂S

Local technique

Le local technique maçonné est implanté entre le digesteur et le post digesteur. Il comprend le système de pompage du digestat (1 Pompe à vis excentrée de 9,2 kW pour le transfert depuis le digesteur jusqu'au post-digesteur + 1 Pompe à vis excentrée de 5,5 kW pour le transfert entre le post-digesteur et la fosse de stockage du digestat), ainsi que l'armoire process avec l'ordinateur de suivi de l'installation et les équipements de sécurité.

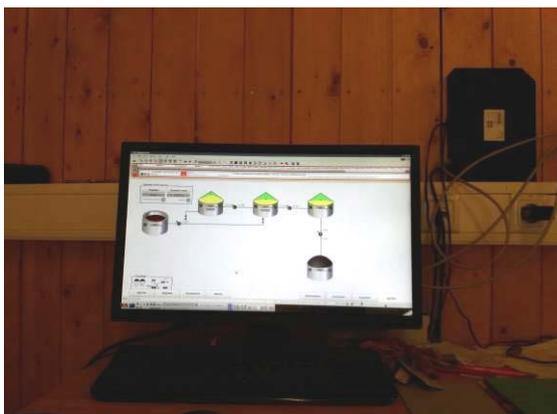


Figure 8 :
Local
technique

Séchage et compression du biogaz

Avant la valorisation du biogaz, il est nécessaire de le surpresser et de le sécher pour protéger l'ensemble des équipements de la corrosion. Le biogaz désulfuré est conduit par le surpresseur dans le sécheur qui comprend 1 échangeur tubulaire en inox et un groupe frigorifique permettant l'abaissement de température du biogaz. L'eau glycolée à 4°C circule à contre-courant dans l'échangeur tubulaire afin d'améliorer l'efficacité du séchage du biogaz. La température du fluide frigorigène est régulée par le groupe frigorifique.



Surpresseur biogaz



Séchage du biogaz

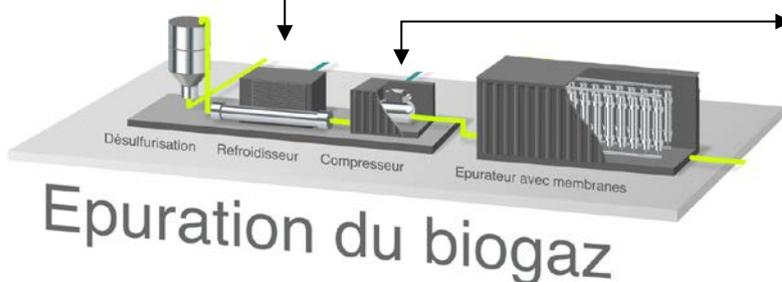


Figure 9 : Séchage et compression du biogaz

Les différentes étapes de prétraitement du biogaz sont suivies d'une compression (compresseur à vis lubrifiée, constitué d'un ensemble sous capotage d'insonorisation ventilé, avec bloc vis mono-étagé) afin de permettre l'alimentation des modules de membranes de perméation gazeuse nécessaires à l'étape d'épuration du biogaz. Le biogaz est ainsi comprimé à la pression de travail comprise entre 10 et 16 bar avant d'être introduit dans les modules de filtration membranaire.



Compresseur de biogaz

Le compresseur est asservi à un convertisseur de fréquence fiable et éprouvé (technologie INVERTER) pour contrôler précisément la capacité et la demande de biogaz ; la vitesse de rotation du bloc du compresseur permet une pression constante sur le réseau. Cette fonction minimise la consommation d'énergie électrique et doit réduire l'usure du compresseur. La plage de vitesse du bloc de compression est comprise entre 50 et 100% de la puissance nominale pour son adaptation aux changements de demande en biogaz.

Schémas d'épuration du biogaz

Les trois étapes de purification par membranes EVONIK amènent le biogaz à 98 % de méthane. Le biométhane alimente à 6,5 bar le poste d'injection de GRDF sur le réseau urbain de la ville de Chaumont (52).

La différence de taille des molécules de biogaz entraîne des vitesses de diffusion différentes au travers des parois membranaires, permettant ainsi de séparer le méthane (vitesse de diffusion faible) des autres composés (dioxyde de carbone, eau, azote, oxygène, etc.).

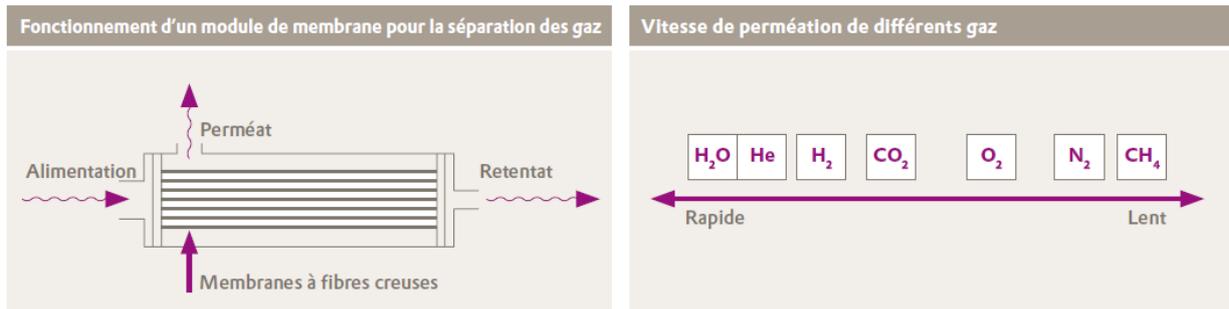


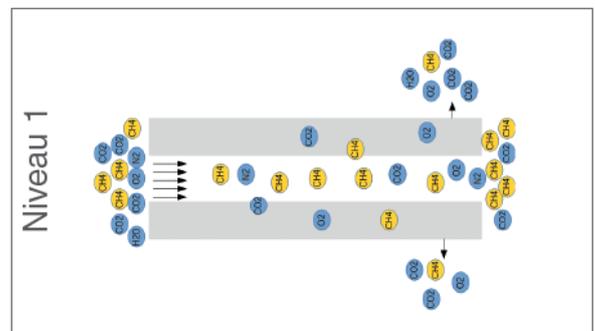
Figure 10 : Cinétique des modules membranaires

Le nombre de modules membranaires et leur configuration multi-étages permet d'atteindre et de garantir des performances épuratoires élevées, supérieures à 99%. Les variations de la qualité du biogaz ne perturbent pas le fonctionnement du procédé d'épuration membranaire et le régulateur de vitesse du compresseur permet d'assurer une flexibilité de fonctionnement sur une large plage de débit en biogaz.

La technologie membranaire demande du charbon actif (pot à charbon) pour le traitement des résidus d'huile du compresseur et ne consomme pas d'eau ni d'absorbants (amines, glycols). Les pertes sont limitées à moins de 1% et la consommation énergétique constatée est de 0,27 kWh/Nm³ de biométhane.

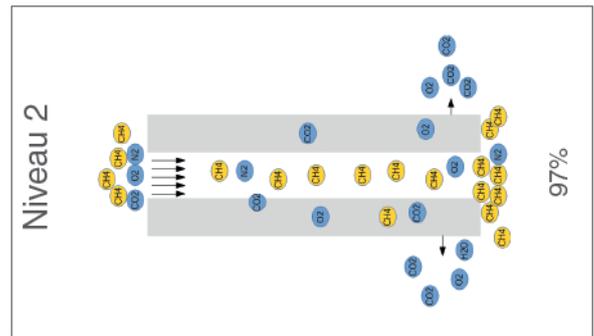
Premier étage :

Les modules de membranes à fibres creuses séparent le flux de biogaz brut pré-épuré en retentât, enrichi en méthane, et en perméat contenant du dioxyde de carbone.



Deuxième étage :

Le retentât du 1^{er} étage traverse une nouvelle fois le process de séparation. Il en résulte la pureté de biométhane souhaitée. Ce retentât (le flux de gaz) est acheminé vers le poste d'injection. Le perméat est ramené à l'étape de la compression.



Troisième étage :

Cette séparation est alimentée côté admission par le perméat de l'étage 1, riche en dioxyde de carbone. Le retentât contenant du méthane est également ramené à l'étape de compression du process et traversé une nouvelle fois le process, mélangé au perméat du deuxième étage. Le perméat contenant du dioxyde de carbone du troisième étage est relâché dans l'atmosphère.

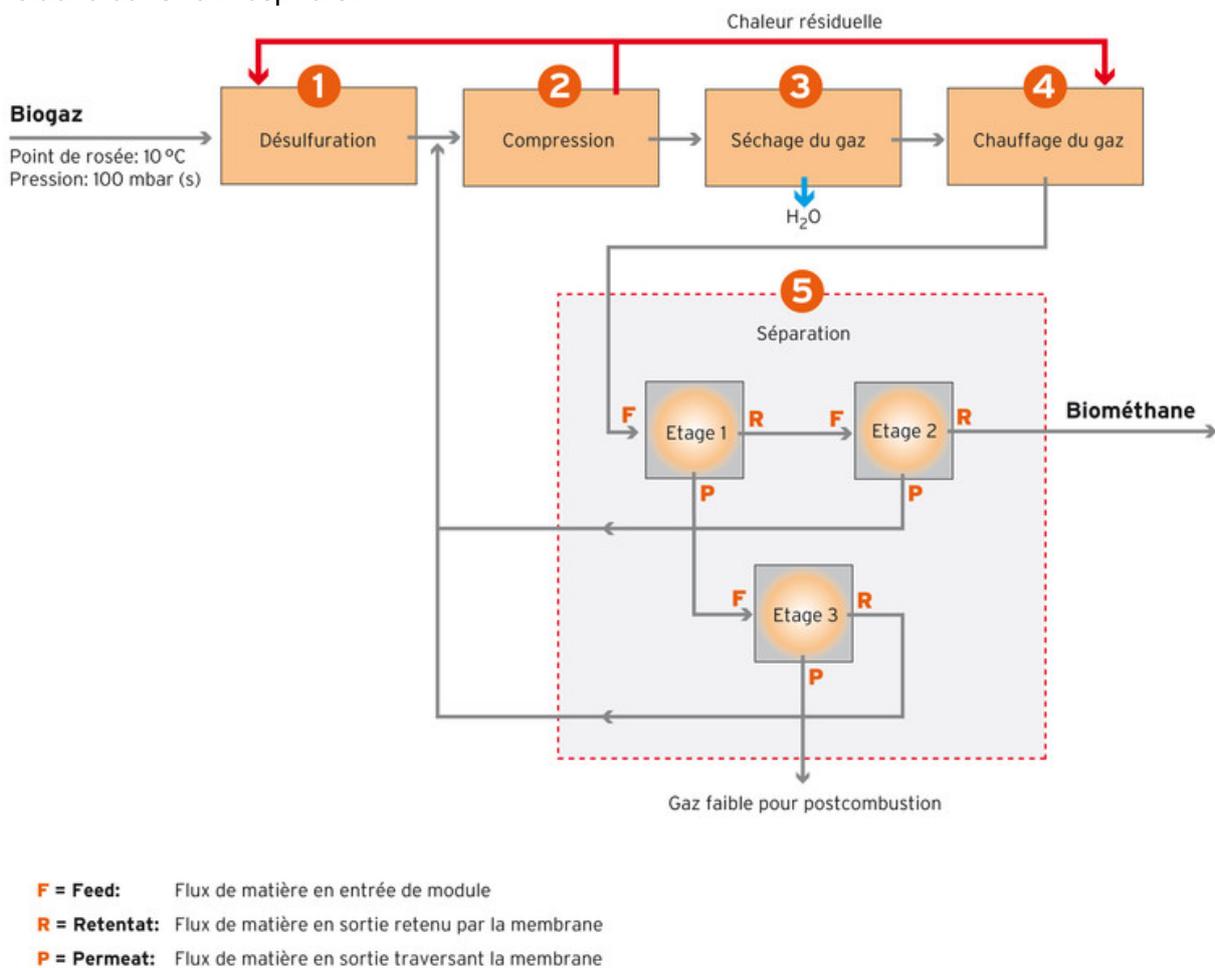
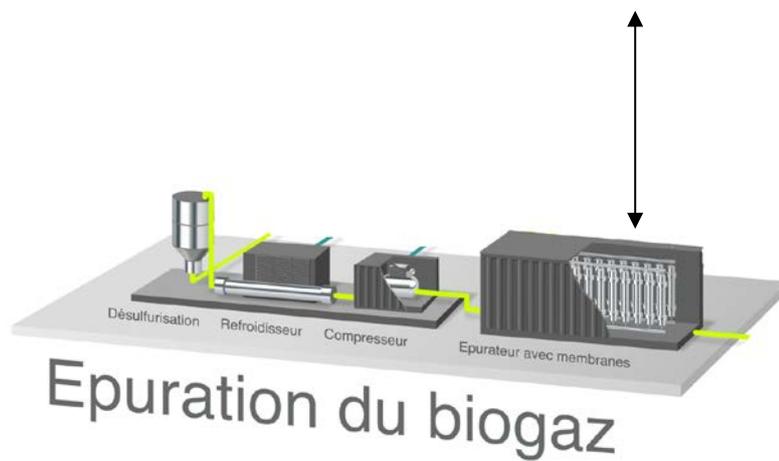


Figure 11 : Schémas des modules membranaires

Pour l'épuration du biogaz, AGRIKOMP emploie des modules membranaires avec trois étages d'épuration. Les performances attendues sont :

- Des pertes faibles : < 1% durant le process
- Une efficacité énergétique de l'épuration < 0,3 kWh par Nm³ de biogaz
- Pas d'effluents à traiter
- Gaz sec après traitement
- Durée de vie > 7 ans



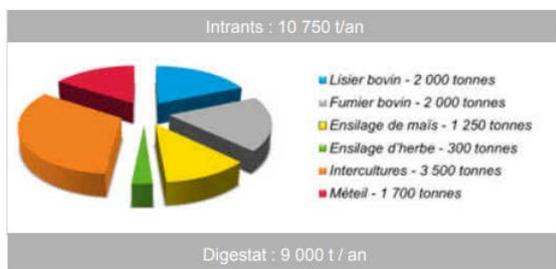
Exploitation

Les associés ont embauché un salarié depuis l'été 2016, avant la mise en service de l'installation, afin qu'il suive les formations dispensées par le constructeur et qu'il assiste à la mise en route. Les exploitants ont une semaine d'astreinte à tour de rôle.

Chiffres clés

Capacité d'intrants agricoles

Intrants : **10 750 t/an**



Production de digestat

Quantité de digestat produite : **9 000 t/an**

Surface d'épandage : **1500 ha**

Amendement organique des terres céréalières avec une économie d'engrais phosphatés, un apport d'azote et de matière organique aux cultures

Volume de digestion et de stockage
13 600 m³

Valorisation du biométhane injecté

Quantité de biométhane injecté : **125 Nm³/h**

Aspects économiques

Investissement global

3,7 M€ investis dans le projet avec un retour sur investissement en 7 ou 8 ans dont **environ 1 M€** pour l'épuration

Subvention du GIP Haute Marne

284 k€ (10 % de l'assiette subventionnable)

Bonification de prêt par EDF