



Des déchets pour nous faire avancer !



Collège Les Provinces de Blois



Sommaire

| | |
|--|-------------------|
| Introduction : « Notre projet » | page 3 |
| Qu'est-ce que la méthanisation ? | page 4 |
| Comment produire du biogaz ? | pages 5 et 6 |
| Comment valoriser le biogaz ? | page 7 |
| L'injection dans le réseau et le carburant | page 8 |
| La cogénération | pages 9, 10 et 11 |
| Notre maquette | page 12 |
| Conclusion : « Et nos déchets alors ? » | page 13 |

Bibliographie

➤ Quelques sites internet fiables :

http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/expertsie_dechets_fiche_technique_methanisation.pdf

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Dossier_de_presse_Methanisation.pdf

➤ Diverses brochures fournies par GRDF et BEAUVAL

➤ Des liens et documents fournis par la Chambre d'Agriculture du Loir et Cher

Notre projet

Nous sommes dix sept élèves de 5^{ème} participant à une option « Sciences et développement durable ».

L'an passé, les écocitoyens du collège ont mené une étude sur le gaspillage alimentaire au sein de notre collège et ont évalué la quantité de déchets récupérée à la cantine. Pendant trois semaines, ils ont pesé tous les restes de repas et de pain. Ils ont évalué à environ 115 g de déchets alimentaires par menu servi en moyenne. Sachant que notre collège compte environ 550 demi-pensionnaires, cela signifie que l'on récupère plus de 63 kg de déchets alimentaires par jour. Nous avons voulu savoir s'il était possible de valoriser ces déchets.

Après quelques recherches, nous avons décidé de nous intéresser de plus près à la valorisation de nos déchets de restauration par méthanisation. En effet, elle a pour mérite de traiter les déchets organiques et en même temps de produire de l'énergie renouvelable.

Donc, pourquoi ne pas méthaniser nos déchets comme le font certaines fermes avec leurs déchets agricoles ?

Notre projet comporte 4 étapes.

- Première étape :

Pendant les quatre premiers mois, nous avons mené une démarche scientifique pour produire le maximum de biogaz à partir de nos déchets de cantine. Nous avons également cherché à expliquer les transformations qui avaient lieu dans le méthaniseur.

- Deuxième étape :

Nous avons pris contact avec Me Loosveldt, déléguée territoriale de GRDF, qui est venue en décembre 2015 nous expliquer comment valoriser le biométhane (issu du biogaz) en l'injectant dans le réseau de gaz naturel ou en l'utilisant comme carburant. Elle nous a expliqué à l'aide d'une maquette dont nous nous sommes inspirés pour créer la nôtre.

- Troisième étape :

Nous avons pris contact avec M. Lecoffre, conseiller administratif et financier du zoo de Beauval pour avoir des explications sur la valorisation du biogaz par cogénération. Après de longues discussions pour montrer notre motivation, nous avons obtenu une autorisation exceptionnelle de visiter leur usine de méthanisation en janvier 2016.

- Quatrième étape :

Nous avons décidé d'élaborer notre propre maquette afin d'expliquer le principe de la méthanisation et les différents modes de valorisation du biogaz.

Puis nous avons tenté de répondre à notre problématique. Pour cela, nous avons pris contact avec M. Beaujouan, conseiller à la chambre d'agriculture du Loir et Cher. Nous l'avons questionné sur les règles sanitaires concernant les aliments.

Qu'est-ce que la méthanisation ?

La méthanisation est un processus naturel basé sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence de dioxygène (contrairement au compostage qui s'effectue en présence de dioxygène). Les déchets sont brassés pendant plusieurs semaines dans une enceinte privée de dioxygène appelée digesteur.

Cette dégradation permet de produire :

- du biogaz, mélange gazeux composé d'environ 50 % à 70 % de méthane, de 20 % à 50 % de dioxyde de carbone et de quelques traces d'autres gaz (ammoniac, diazote, sulfure d'hydrogène)
- du digestat, résidu pâteux qui sera utilisé pour fertiliser les sols.

Cette énergie renouvelable peut être utilisée sous différentes formes : production d'un carburant ou injection dans le réseau de gaz naturel après épuration, combustion pour la production d'électricité et de chaleur.

La méthanisation de déchets organiques présente de nombreux avantages :

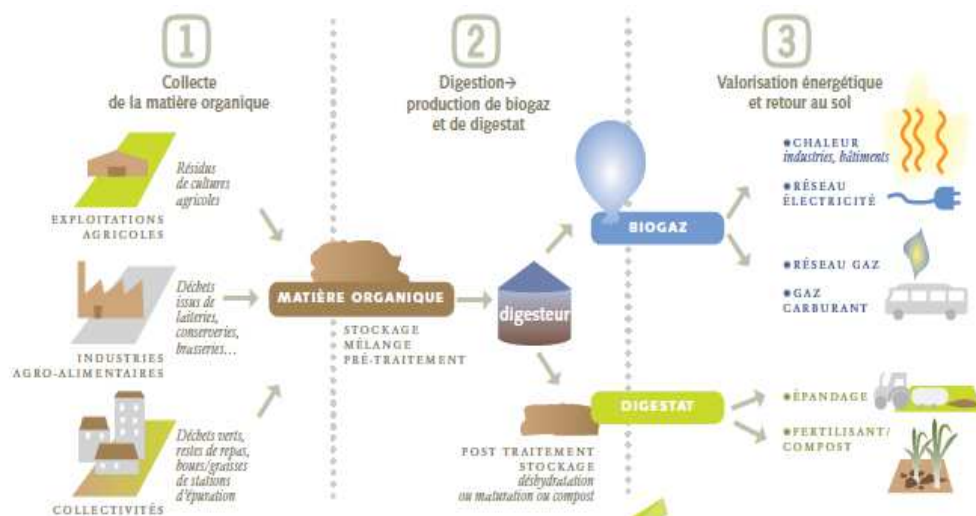
- une production d'énergie renouvelable (remplace les énergies fossiles)
- une baisse du dégagement de méthane, gaz à effet de serre
- une diminution de la pollution des eaux (moins d'engrais chimiques)
- une diminution de la quantité de déchets organiques
- une aide à l'agriculture locale
- une aide à la création d'emplois locaux
- un bilan carbone quasiment nul car la quantité de dioxyde de carbone produite par méthanisation est égale à celle absorbée lors de la production de la matière organique.

La nature des déchets est variable. En effet il est possible de produire du biogaz à partir :

- de déchets agricoles (fumier, lisier)
- de déchets issus de l'industrie agroalimentaire (déchets des laiteries ou des abattoirs)
- de déchets urbains (déchets ménagers ou de restauration collective)
- de déchets verts (pelouse)
- de boues (traitement des eaux usées).

Tous ces déchets n'ont pas le même potentiel méthanogène*.

* quantité maximale de méthane produit par kilogramme de déchets



Comment produire du biogaz ?

Nous avons pratiqué une démarche scientifique pour tenter de produire le plus de biogaz possible. Nous avons pensé à la récupération d'un gaz par déplacement d'eau.

Certains d'entre nous ont utilisé des bouteilles en plastique de volumes différents, d'autres ont choisi la verrerie habituelle en chimie et d'autres ont utilisé une poche urinaire pour récupérer le biogaz. Nous avons pris soin d'introduire les déchets broyés dans nos digesteurs sans qu'il reste de dioxygène. Malgré ces précautions, au bout de deux semaines, nous n'avons pas récupéré de biogaz !

Alors l'un d'entre nous a proposé de chauffer le mélange de déchets en le mettant au bain marie.

Nous avons donc repris nos protocoles en chauffant vers 50°C (photos ci-dessous). Au bout d'une semaine, du biogaz s'est formé. Mais nous nous attendions à en avoir beaucoup plus ! Nous en avons quand même prélevé à l'aide d'une seringue et nous avons réussi à l'enflammer. De même, nous avons présenté la poche urinaire devant une flamme et projeté le gaz qui s'est enflammé.



Protocole 1



Protocole 2



Protocole 3

Puis nous avons abandonné les protocoles 1 et 3 car la lecture du volume était trop imprécise et retenu le protocole 2 pour tenter de faire varier d'autres paramètres et peut-être obtenir plus de biogaz. Nous avons alors fait varier le pH du mélange (acide, neutre et basique) puis la nature des déchets (pain, graisses, épluchures de pommes de terre ...). Nous avons agité régulièrement pour permettre au biogaz de sortir du digesteur.

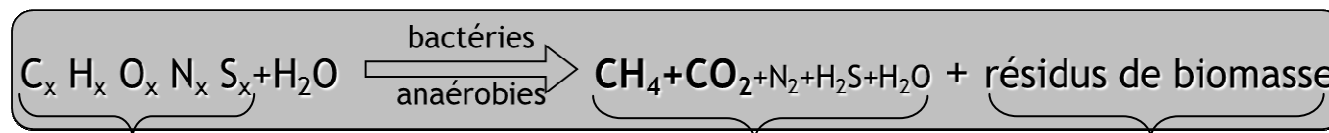
Nos résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

| | Essai n°1 : avec restes de cuisine broyés dans le digesteur sans air | Essai n°2 : avec restes de cuisine broyés dans le digesteur sans air, mélange chauffé vers 50°C | Essai n°3 : avec restes de cuisine broyés dans le digesteur sans air, mélange chauffé à 50°C, variation du pH | Essai n°4 : avec restes de cuisine broyés dans le digesteur sans air, mélange chauffé à 50°C, pH neutre, variation de la nature des déchets |
|--|---|--|--|--|
| Protocole 1 Résultat au bout de 4 semaines | rien | Biogaz récupéré mais volume pas lisible | | |
| Protocole 2 Résultat au bout de 4 semaines | rien | 30 mL de biogaz | - pH acide : 5 mL de biogaz - pH neutre : 40 mL de biogaz - pH basique : 6 mL de biogaz | - pain humide : 45 mL - déchets de légumes : 26 mL - reste cantine (poisson gras) : 54 mL |
| Protocole 3 Résultat au bout de 4 semaines | rien | Biogaz récupéré mais volume pas lisible | | |

Nous avons conclu que pour obtenir le maximum de biogaz, il fallait chauffer vers 50°C, avoir un milieu presque neutre et choisir les déchets ayant un fort potentiel méthanogène.

Nous avons ensuite cherché des explications pour comprendre la transformation chimique qui s'effectuait dans le digesteur mais c'était compliqué. Nous avons pris conscience qu'il existait plusieurs procédés de méthanisation qui dépendaient des paramètres (température, pH ...).

Nous avons retenu que les bactéries décomposent les déchets en absence de dioxygène et que cela se fait en plusieurs étapes. Nous avons choisi ces schémas explicatifs simplifiés que nous a envoyés M. Beaujouan, conseiller à la chambre d'agriculture du Loir et Cher.

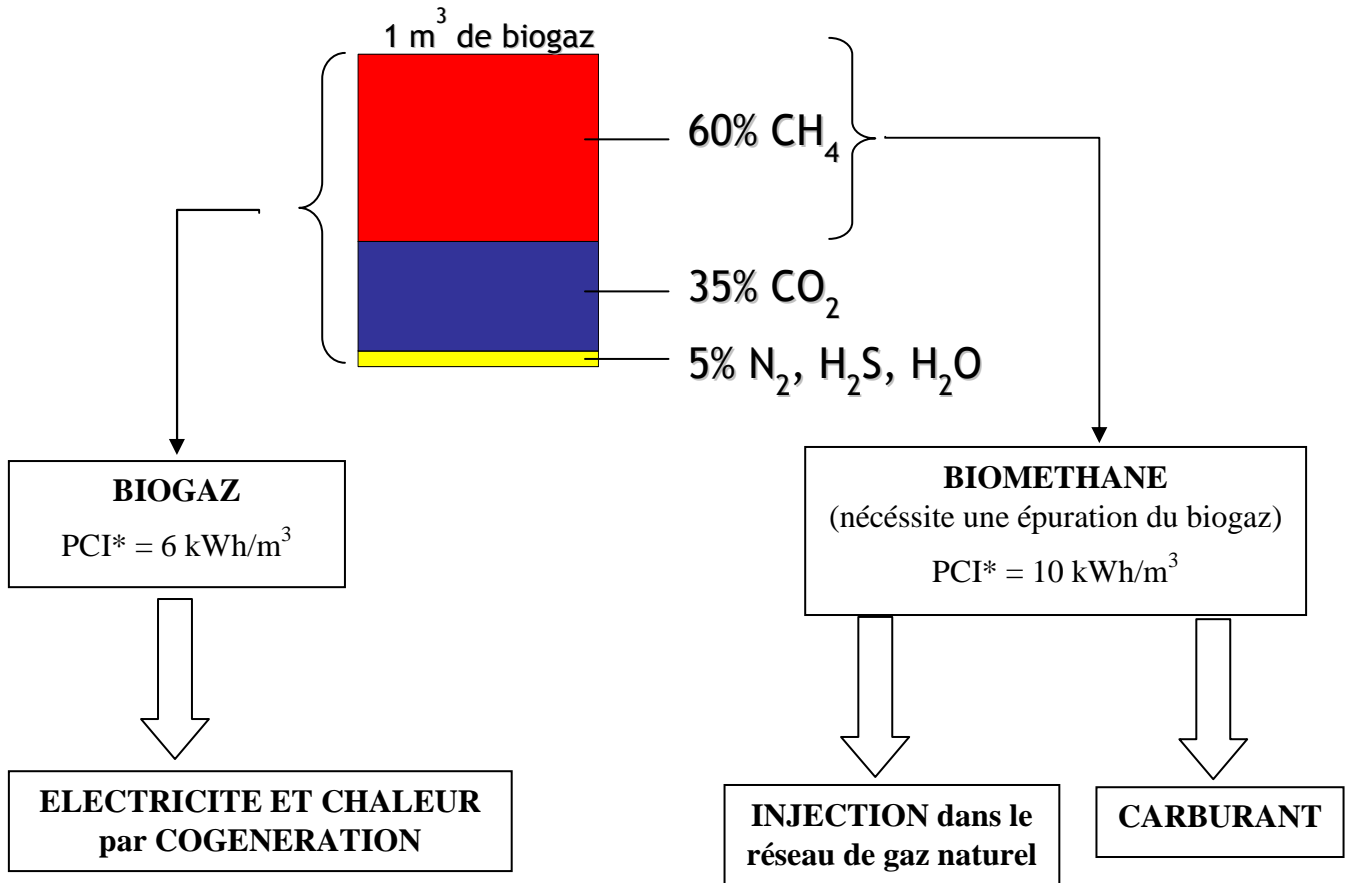


DECHETS ORGANIQUES

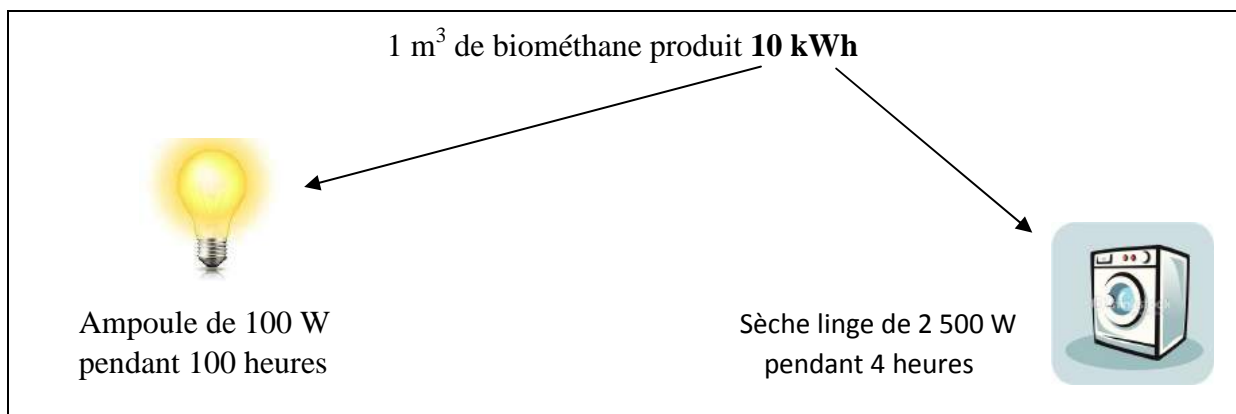
BIOGAZ

DIGESTAT

Comment valoriser le biogaz ?



* quantité d'énergie dégagée par la combustion de 1 kg de produit dans des conditions standards



L'injection dans le réseau et le carburant pour les véhicules (travail avec GRDF)

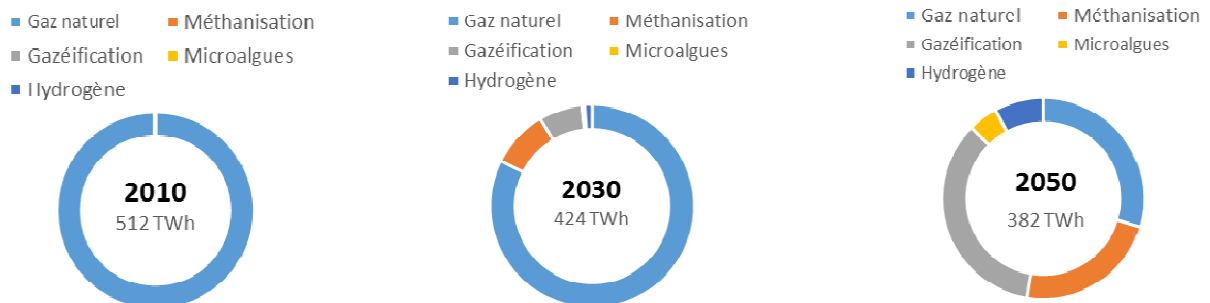
Pour pouvoir être injecté dans le réseau de distribution de gaz naturel ou utilisé comme carburant bioGNV, le biogaz est épuré et devient du biométhane. Une partie de l'énergie produite est utilisée pour le fonctionnement de l'installation (chauffer le digesteur).

Injection dans les réseaux de gaz naturel :

Dans le poste d'injection, GRDF odorise et contrôle la qualité du biométhane pour éviter les accidents. Puis la pression est régulée avant de l'injecter dans le réseau pour le chauffage, l'eau chaude, la cuisson.



Origine des gaz distribués par le réseau en TWh* par an :



L'objectif est d'avoir 10 % de biométhane circulant dans le réseau en 2030. Ce qui correspondrait à 1400 installations produisant 30 TWh. C'est l'énergie nécessaire pour chauffer 2 500 000 ménages ou pour faire rouler 190 000 camions.

* 1 TWh (térawatt-heure) = 1 000 000 000 kWh

La production de biocarburant :

Le bioGNV est la meilleure valorisation du biométhane d'un point de vue environnemental d'après l'ADEME. Il permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 95 % par rapport à l'essence et au diesel. Il émet de très faibles quantités de polluants. En plus, il ne nécessite aucune adaptation pour les véhicules fonctionnant déjà au GNV.

Les véhicules roulant au bioGNV bénéficient d'une autonomie de 300 à 500 km.

La valorisation des matières organiques de 7 000 habitants permet de faire circuler un bus pendant 1 an.



La cogénération (travail avec BEAUVAL)

L'usine de méthanisation du zoo de Beauval a été mise en service en 2014. Elle utilise la valorisation par cogénération pour produire de l'électricité (vendue à EDF) et chauffer les installations. Une partie du digestat obtenu est remis aux agriculteurs du coin gratuitement en échange de leurs fumier et lisiers. Ce digestat répandu sur les sols évite le recours aux engrais chimiques.

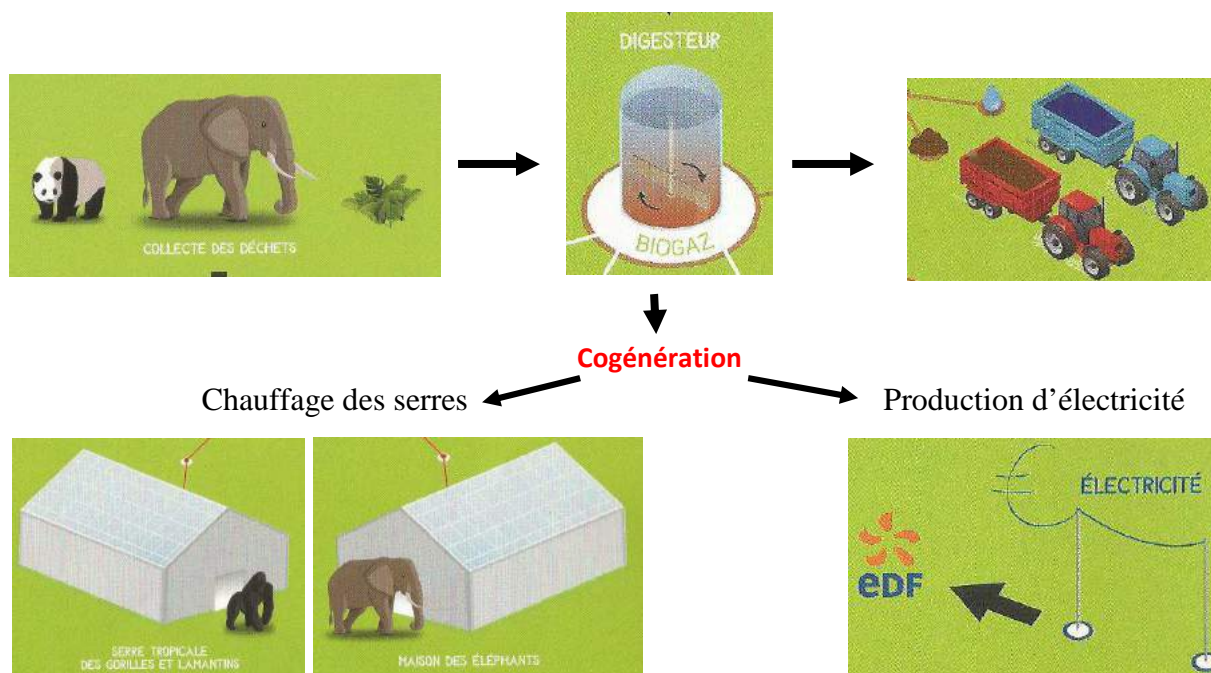
Les déchets récupérés dans le zoo sont le fumier, les déchets végétaux des restaurants, les tontes. Ils représentent 5 000 tonnes mais l'usine a besoin de 11 000 tonnes de déchets pour être rentable. Beauval va donc récupérer 6 000 tonnes chez les voisins (agriculteurs, huiles usagées de l'usine St Michel).

Un employé, diplômé d'un BTS « maîtrise et gestion de l'eau » est chargé de surveiller le bon fonctionnement de l'usine à partir d'un poste informatisé que nous avons visité.

Le choix de la méthanisation a été fait pour plusieurs raisons :

- la réduction de 1 107 tonnes éq. CO₂* (équivalent à la consommation électrique de 316 familles),
- le réseau de chaleur alimente 2 serres et le bassin des lamentins (économie de 20 % sur la facture de gaz),
- l'électricité est vendue à EDF trois fois plus chère qu'elle n'est achetée,
- l'image positive du zoo en terme de protection de l'environnement.

* Les gaz à effet de serre qui participent au réchauffement climatique n'ont pas tous le même pouvoir réchauffant global. Par exemple, 1 kg de méthane agit comme l'équivalent de 21 kg de dioxyde de carbone. Les scientifiques utilisent donc l'unité « Tonnes éq. CO₂ » pour quantifier les émissions de gaz à effet de serre.



Plan de l'usine de méthanisation du zoo :



Aire de stockage des fumiers, déjections, déchets alimentaires



Bassin eaux pluviales



Digester n°1 (1800 m²) : cuve de méthanisation produit 90 % du biogaz

Digester n°2 (900 m²) : cuve de maturation produit 10 % du biogaz

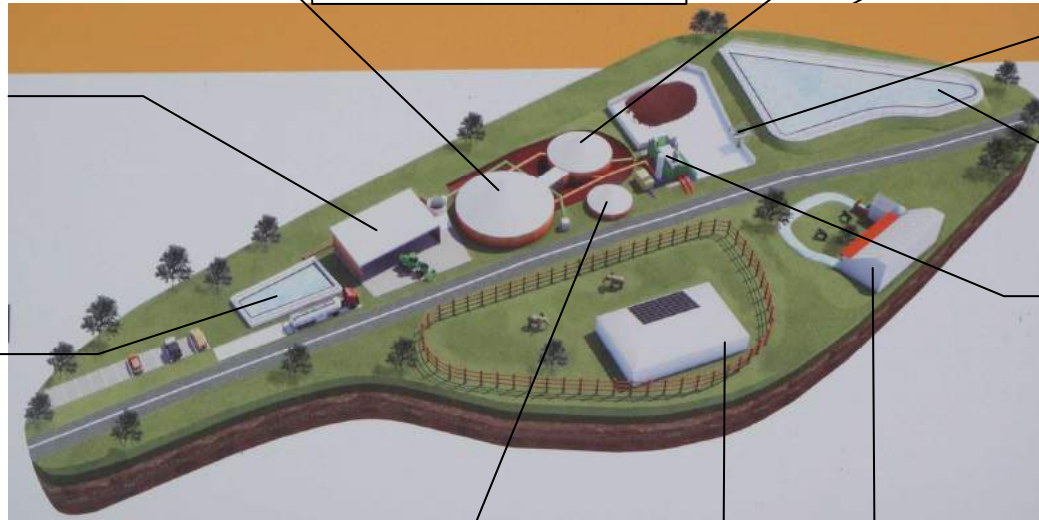
Aire de stockage des digestats solides



Séparateur de phases

Aire de stockage des digestats liquides

Moteur de cogénération



Local administratif



Maison des éléphants



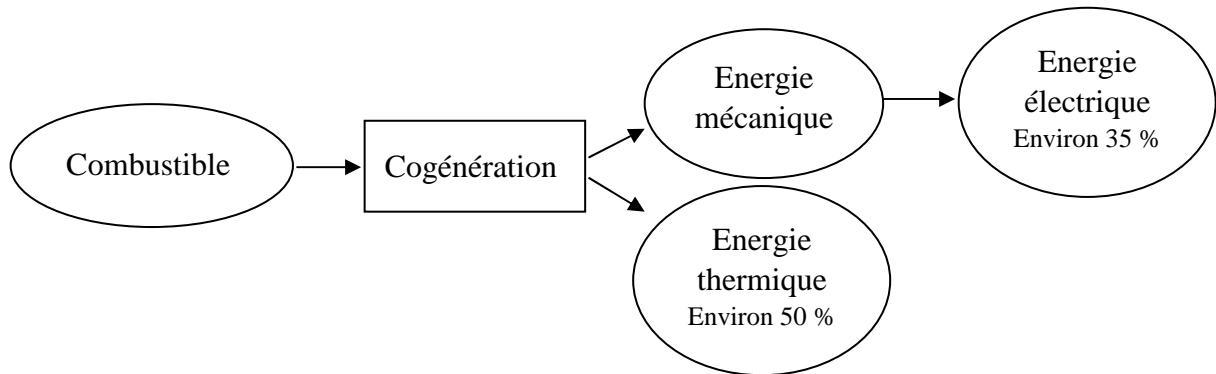
Serre des gorilles et des lamantins



Principe de la cogénération :

On parle de cogénération car on peut produire en même temps et à partir d'une même source d'énergie :

- de l'énergie mécanique (convertie en énergie électrique grâce à un alternateur)
- de l'énergie thermique.



Le moteur à biogaz est relié à un alternateur qui produit de l'énergie électrique revendue à EDF.

Une partie de la chaleur produite récupérée au niveau du système de refroidissement du moteur est utilisée pour chauffer le digesteur et l'autre partie est utilisée pour chauffer les serres.

La torchère (à gauche sur la photo) permet de brûler le gaz lorsqu'il arrive en trop grande quantité.



Cogénérateur de Beauval

Notre maquette



Conclusion

Notre but était d'essayer de traiter les déchets de notre cantine et d'utiliser l'énergie que ce traitement produit.

Mais nous nous sommes rendus compte, en travaillant avec GRDF et Beauval, que la mise en place d'une unité de méthanisation reste compliquée et surtout très chère.

En effet, M. Lecoffre, conseiller administratif et financier du zoo de Beauval, nous a expliqué que leur usine a nécessité un investissement de 2 700 000 euros et que la première année a été difficile avec des ajustements réguliers à faire et un déficit de 100 000 euros. Il nous a même avoué qu'heureusement que le zoo était solide pour supporter une telle installation.

Le second problème est que la quantité de déchets sortant de notre cantine scolaire ne suffirait pas à elle seule à faire fonctionner une usine. Il faudrait envisager un regroupement de plusieurs collectes de déchets.

Pour finir, M. Beaujouan, conseiller à la chambre d'agriculture du Loir et Cher, nous a expliqué qu'un autre problème se posait avec les déchets de restauration : leur hygiénisation. Les documents qu'il nous a envoyés étaient un peu compliqués à comprendre mais ce que nous en avons retenu c'est que tout intrant végétal ne pose pas de problème mais dès qu'il y a des éléments carnés (viandes), il faut une hygiénisation (pasteurisation, stérilisation).

Même si nous n'avons pas totalement répondu à notre problématique de départ, nous avons pris du plaisir et appris sur le principe de la méthanisation dont on entend de plus en plus parlé de nos jours. Nous avons également essayé de faire preuve d'esprit critique lors de nos expérimentations pour parvenir à produire du biogaz et avons découvert le principe de l'alternateur.

Actuellement, de nouveaux procédés de méthanisation à partir de bois et d'algues sont à l'étude. D'ici 2020, le nombre d'installations de méthanisation (300 fin 2013) devrait passer à près de 1 500. Alors, qui sait, peut-être qu'un jour, l'un de nous fera partie du groupe chargé de l'étude d'implantation d'une usine de méthanisation traitant les déchets de toutes les cantines et restaurants de Blois !

Vu le 22-2-2016,

La Principale,

E.L BRANCHU

