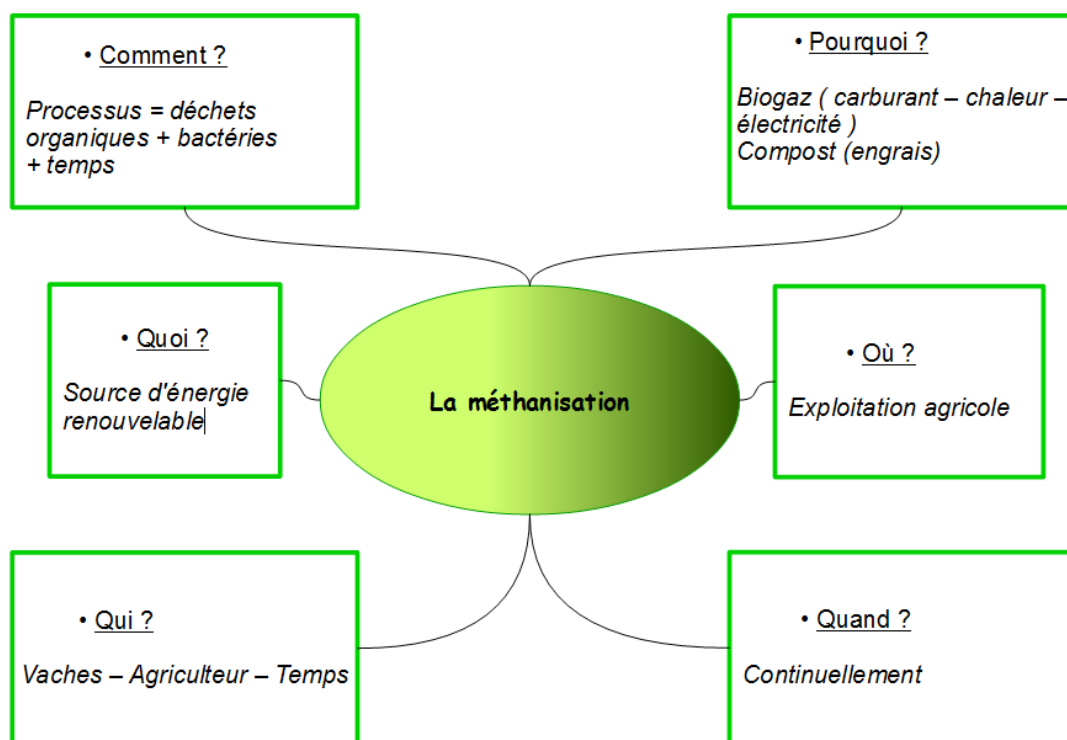


Carnet de bord des séances de T.P.E.

14/09/15 – Séance de présentation des T.P.E. et de leur déroulement sur l'année. Découverte des différents thèmes que nous pouvons traiter. Début de la recherche d'un sujet. Nous procédons par élimination des différents thèmes.

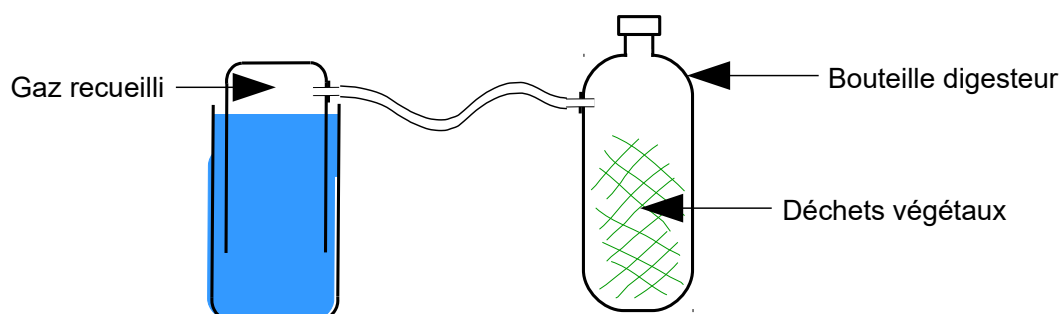
21/09 – Recherche d'un sujet. Adoption de notre sujet : la méthanisation. Il s'inscrit dans le thème « matière et forme » et dans l'axe de recherche « Transformation de la matière ».

28/09 – Première recherches pour nous approprier le sujet. Établissement d'un diagramme en pieuvre pour mieux comprendre ce qu'est la méthanisation, et définir les limites du sujet.



Lors de la deuxième heure : visionnage d'un diaporama au CDI avec pour thème la recherche sur le portail internet du CDI, esidoc, la recherche d'une problématique, la définition et la prévention du plagiat.

05/10 – Nous nous sommes rendus compte que les expériences déjà réalisées au sujet de la méthanisation pouvaient s'étendre sur plusieurs semaines, et avaient une issue incertaine. Nous décidons donc de commencer les expériences au plus tôt. Nous effectuons donc des recherches sur les expériences déjà réalisées. Nous concevons notre propre expérience, et nous choisissons le matériel. Pour plus de détails, voir le journal des expériences, consultable en ligne.



12/10 – Nous avons consacré cette séance à la recherche de notre problématique. Nous adoptons cette problématique : « Comment, grâce à la méthanisation, peut-on valoriser des déchets pour les transformer en énergie renouvelable ? »

02/11 – Recherche d'un plan pour répondre à notre problématique. Adoption d'une première esquisse, qui sera amenée à être modifiée :

I – En théorie

- Principes chimiques et biologiques de la méthanisation
- Le méthane, principal composant du gaz issu de la méthanisation

II – En pratique

- Organisation technique d'une usine de méthanisation
- Nos expériences

III – Perspectives d'avenir

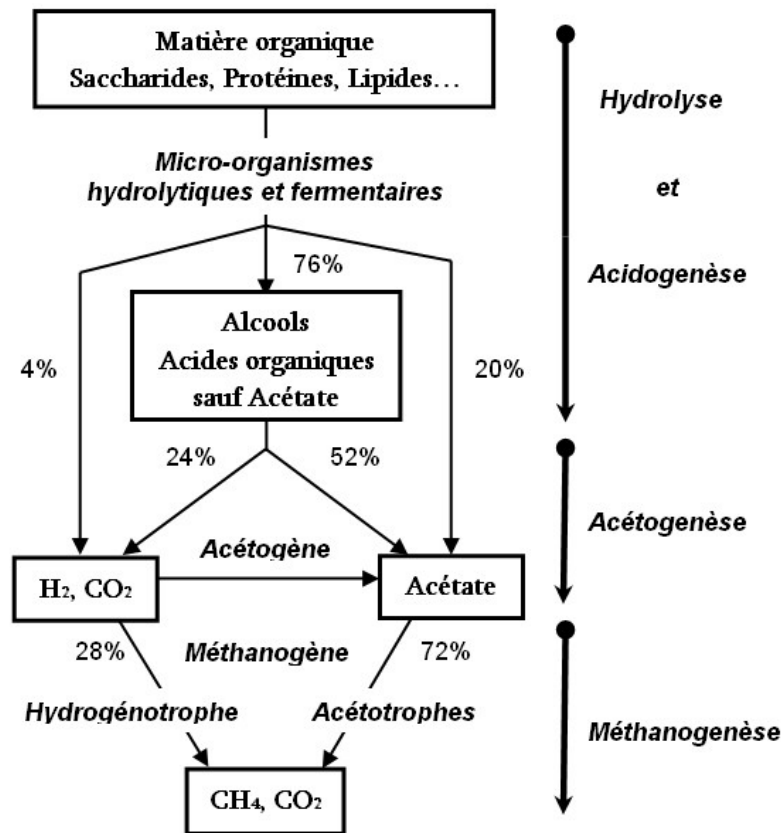
- Actuellement en France
- Prévisions pour l'avenir

09/11 – Lors de cette séance, nous avons rédigé notre introduction. Elle explique brièvement ce qu'est la méthanisation : un processus qui permet de produire un gaz combustible, appelé biogaz, à partir de matière organique. Des micro-organismes anaérobies dégradent la matière organique et la transforment en un mélange de gaz. La méthanisation permettrait donc d'éliminer les déchets organiques, tout en produisant de l'énergie. Nous avons également débuté la rédaction de notre première sous-partie.

16/11 – Continuation de l'écriture de notre première sous-partie sur les réactions biochimiques intervenant dans la digestion anaérobie (autre nom de la méthanisation). Ce processus se déroule en plusieurs phases :

- L'hydrolyse et l'acidogénèse : au cours de l'hydrolyse, les molécules complexes sont décomposées en molécules simples par des enzymes. Au cours de l'acidogénèse, ces molécules sont transformées en acides organiques, en alcools, et une petite partie en dihydrogène et en dioxyde de carbone.
- L'acétogénèse : au cours de cette phase, les alcools et acides organiques sont transformés en acide éthanoïque, en dioxyde de carbone et en dihydrogène.
- La méthanogénèse, phase qui aboutit à la production de méthane, à partir des composés chimiques issus des phases précédentes. Elle est assurée par des micro-organismes du groupe des Archaea.

Schéma récapitulatif des étapes de la méthanisation



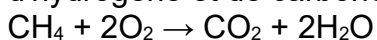
Source : R. Cresson - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M%C3%A9thanogen%C3%A8se.jpg>

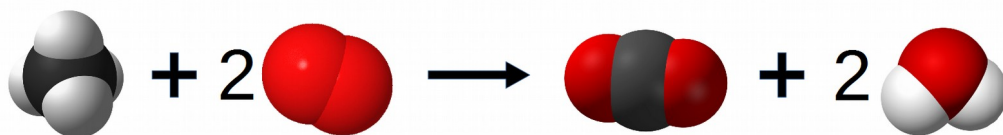
Nos sources :

- Thèse de doctorat de Romain Cresson, Docteur de l'université de Montpellier II, téléchargeable à cette adresse : www6.montpellier.inra.fr/it-e/Media/fichiers/PhD_CRESSON_2006
- Site internet méthanisation.info : <http://www.methanisation.info/bacteries.html>

23/11 – Nous continuons la rédaction de notre partie sur les réactions biologiques de la méthanisation et plus précisément sur la méthanogénèse. Les bactéries hydrogénotrophes assurent la production de méthane à partir du dioxyde de carbone et du dihydrogène. Les bactéries acétotrophes permettent aussi la production de méthane à partir de l'acétate, autre nom de l'acide éthanoïque. Nous apportons également un complément à notre introduction.

30/11 – Fin de la première sous-partie. Début de la rédaction de la deuxième sous-partie, sur le composant principal du biogaz : le méthane. Ce composé chimique est présent à l'état gazeux dans les conditions normales de température et de pression. C'est un gaz combustible, et un hydrocarbure : sa molécule est uniquement composée d'atomes d'hydrogène et de carbone. L'équation de sa combustion est la suivante :





07/12 – Ajout d'informations sur le méthane : un mètre cube de méthane libère lors de sa combustion 9,89 kWh d'énergie, soit 35,6 MJ.

Le méthane est l'un des hydrocarbures les moins polluants, sa combustion n'émet que 56,9 kg de CO₂ par gigajoule d'énergie produite. Il est abondamment présent dans le milieu naturel, sous forme de gisements souterrains. Ces ressources fossiles de méthane ont été produites grâce à la méthanisation : de la matière organique s'est accumulée et s'est décomposée pendant plusieurs millions d'années.

14/12 – Nous rajoutons des informations sur les propriétés chimiques et physiques du méthane :

Quelques propriétés physiques du méthane	
Température de fusion	- 182,46 °C
Température d'ébullition	- 161,48 °C
Masse volumique (sous forme gazeuse, à 15 °C et à 1 bar)	0,67 kg/m ³
Solubilité dans l'eau à 25 °C	22 mg/l
Masse molaire	16 g/mol
Limites d'explosivité dans l'air (en volume)	De 5 à 15 %
Point d'auto-inflammation	595 °C

source : encyclopédie des gaz Air Liquide

Les limites d'explosivité d'un gaz dans l'air sont les concentrations minimales et maximales de ce gaz dans l'air pour qu'il puisse s'enflammer. Ainsi, le méthane présent entre 5 et 15 % dans l'air pourra s'enflammer, ou exploser.

Le point d'auto-inflammation est la température à laquelle un composé chimique s'enflamme spontanément, c'est à dire en l'absence de flamme. Le méthane s'auto-enflamme lorsqu'il est porté à une température de 595 °C.

La masse volumique du méthane est inférieure à celle de l'air : ce gaz est donc plus léger que l'air.

Vacances – Nous décidons de commencer la création de notre site web. Recherche d'un logiciel pour la création des pages web html. Nous choisissons ce logiciel gratuit : OpenElement. Nous recherchons également un hébergeur. Nous choisissons d'utiliser le service de pages personnelles d'un de nos fournisseurs d'accès. Après recherche sur des forums, nous savons que l'activation du site risque d'être longue : les délais sont compris entre 48h et... 70 jours ! Finalement cela n'aura duré qu'une quinzaine de jours.

- création de la page d'accueil du site.

- création des pages web des sous-parties que nous avons déjà rédigées : processus biologique, et caractéristiques du méthane.

- ajout et rédaction d'une sous-partie expliquant la composition du biogaz en fonction des déchets utilisés. Création de la page internet correspondante.

Source : <http://www.biogaz-energie-renouvelable.info>

- établissement d'une liste des déchets méthanisables : résidus agricoles de cultures, déjections animales, déchets verts... Création de la page web correspondante.

- rédaction d'une liste des différents procédés pour la méthanisation industrielle : en fonction de la température des digesteurs, en milieu sec ou humide, selon les méthodes d'alimentation et de vidange des digesteurs...

Source : document PDF de l'ADEME, expliquant les fondamentaux de la méthanisation :

<http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-methanisation-201502.pdf>

- modification du plan pour qu'il s'adapte mieux à la présentation sous forme d'un site web :

> En théorie

- Principes chimiques et biologiques de la méthanisation

- Le gaz issu de la méthanisation : le biogaz

- Le méthane, principal composant du gaz issu de la méthanisation

> En pratique

- Que peut-on méthaniser ?

- Organisation technique d'une usine de méthanisation

- Les différents procédés

- Valorisation du biogaz

- Valorisation du digestat

> Nos expériences

> Perspectives d'avenir

> Annexes

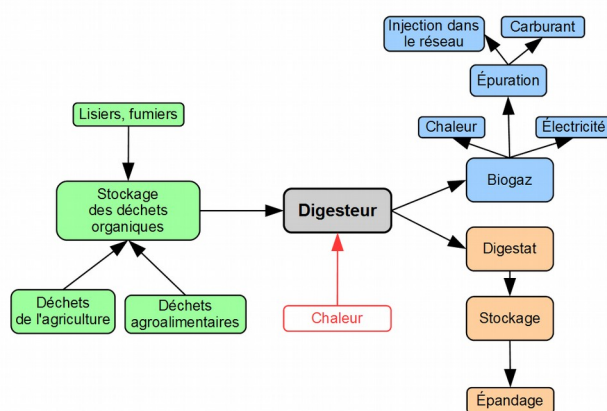
- Sources

- Glossaire

- Nos carnets de bord

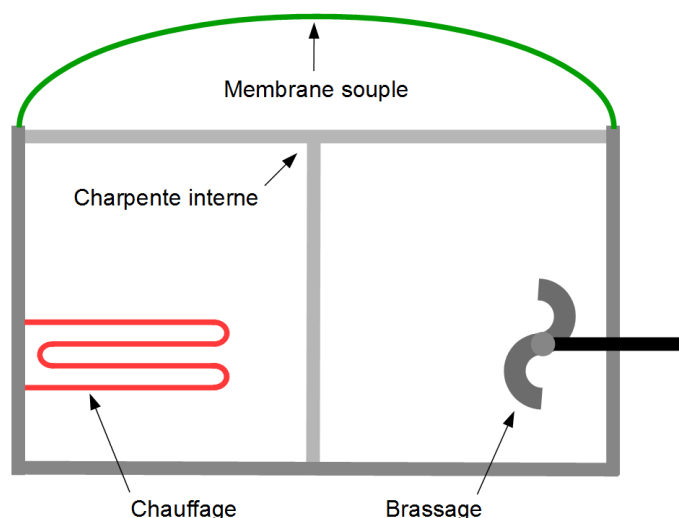
04/01/16 – Recherches sur l'organisation technique d'une usine de méthanisation.

Réalisation d'un diagramme expliquant le fonctionnement d'une usine de méthanisation



On réalise les schémas nous-même pour ne pas avoir de problèmes de droits d'auteur. Les photos et les schémas présents sur le site sont soit les nôtres, soit des photos sous licence libre issues de la médiathèque Wikimedia Commons.

Recherches sur le fonctionnement de la cuve dans laquelle a lieu la méthanisation : le digesteur. Schéma d'un digesteur :



Recherches sur les différents modes de valorisation du biogaz. Il peut servir à produire de l'électricité, de la chaleur, ou les deux (cogénération). L'épuration du biogaz pour l'injecter dans le réseau de gaz naturel ou pour l'utiliser comme carburant est une opération coûteuse et encore à un stade expérimental.

Nos sources : - <http://atee.fr/biogaz/biogaz-les-voies-de-valorisation>

- <http://www.tececo.fr/methanisation-biogaz/>

- <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-methanisation-201502.pdf>

Création pendant la semaine des page web correspondantes.

11/01 – Recherches des différents modes de valorisation du produit résiduel : le digestat. Il s'agit d'une sorte de compost. Il contient une partie liquide, qui peut être utilisée comme engrais, et une partie solide, qui contribue à la formation de l'humus. Les parties liquides sont parfois séparées pour être épandues dans les champs à des dates différentes, ou épandues en une seule fois sans séparation.

Nos sources : - http://www.solagro.org/site/im_user/193methaagricole.pdf

- <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-methanisation-201502.pdf>

Début de la création du glossaire. Sur notre site web, il suffira de cliquer sur les mots soulignés pour accéder à leur définition sur la page du glossaire.

18/01 – Rédaction de la fiche de synthèse personnelle des T.P.E. Création de la page web sur nos expériences. Cette page n'est qu'un compte rendu. Elle présente brièvement le matériel utilisé, le protocole expérimental, les déchets utilisés. On y trouve également un tableau récapitulatif des différentes expériences menées :

Déchets utilisés	Volume des digesteurs (remplis au 3/4)	T° (en °C)	Volume moyen de gaz produit chaque jour	Test de combustion
Déchets végétaux, à sec	2L	18	100 à 150mL	Pas de flamme

Déchets végétaux + eau distillée	5 x 1,5L	18	500mL	Pas de flamme
Déchets végétaux + eau distillée	2L	38	400mL	Pas de flamme
Déchets végétaux + 400mL d'huile végétale	2L	38	500mL	Petite flamme, qui ne persiste pas Non concluant
Déchets végétaux ayant subi une phase de maturation dans un compost (2-3 mois)	2L	38	300mL	Pas de flamme

Rédaction de la conclusion de nos expériences. Selon nous, nous n'avons pas produit de méthane car les bactéries méthanogènes étaient absentes de nos déchets. En effet, les archaea méthanogènes sont des micro-organismes anaérobies, qui ne se développent que dans certains milieux (marais, système digestif des ruminants...). Pour vérifier cette hypothèse, il faudrait qu'on ait accès à des excréments de ruminants, ou à des cultures de bactéries.

Durant la semaine, fin de la rédaction de ma synthèse personnelle et création de la page web de téléchargement de nos carnets de bord. Création de la page des sources.

Modification du glossaire : il n'y aura pas une page de lexique, mais il suffira de passer la souris sur les mots soulignés pour voir leur définition.

25/01 – Je suis absent lors de cette séance de T.P.E. Je choisis de travailler chez moi. Mes camarades qui sont en cours finissent de rédiger leur synthèse personnelle.

Rédaction de la partie : « Visions d'avenir ». On y présente des réalisations existantes, des projets de méthanisation en cours. On compare les modèles allemands et français en matière de méthanisation. En Allemagne, on compte près de 8000 installations à la ferme, utilisant lisiers et cultures énergétiques de maïs. En France, il n'y en a que 140. L'ADEME estime que 1000 méthaniseurs verront le jour d'ici 2020.

Création de la page web correspondante.

Nos sources : - <http://moletta-methanisation.fr/diaporama/S22Chapron.pdf>

- http://www.entreprises77.fr/beewatt-la-plus-grande-centrale-electrique-alimentee-au-biogaz_6810/

- <http://helioprod.com/projets.html>

Pendant la semaine, rédaction de la conclusion et création de la page web correspondante. Notre site web est désormais terminé. Il ne nous reste plus qu'à préparer notre présentation orale.