

Comment produire du méthane à partir des déchets de la cantine ?



Tristan LUTZ (2 GT1), Quentin CARON, Julien GACHON, Théo HUBERT, Steeven LABEAUME, Adrien TREMOULET (2 GT 2), Justine POUGET et Alizée RAYNAL (TS)
Atelier scientifique Eco marathon et méthanisation - Lycée Emile Peytavin - Avenue du 11 novembre - 48001 MENDE - Contact : atelierscientifique.peytavin@outlook.fr
 + Élèves de T STI2D, travail dans le cadre de l'enseignement de spécialité : Romain CORRIGER, Victor GALIERE, Pierre MERARD, Kevin NURIT.

Introduction - problématique

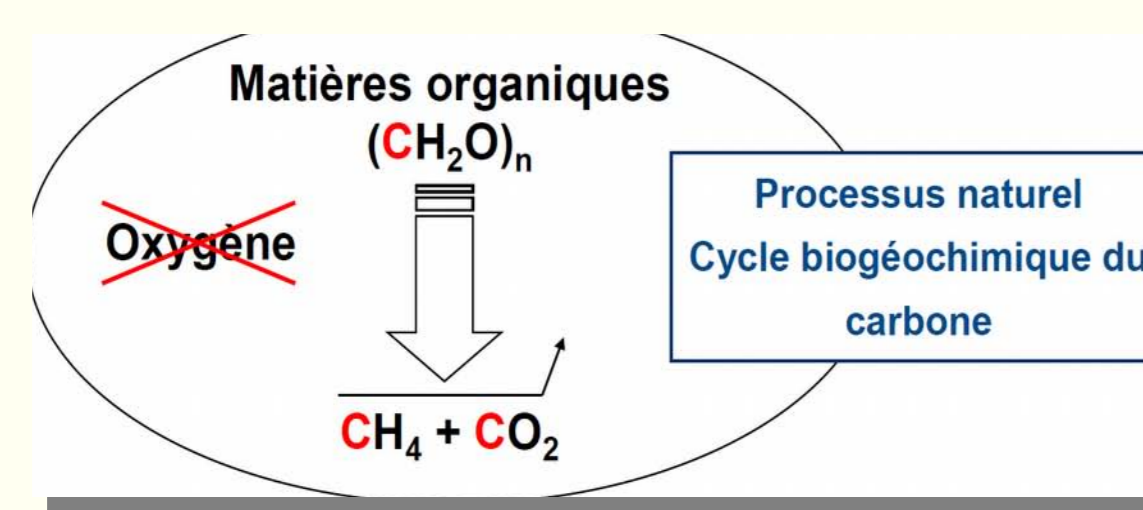
Notre projet débuta par une constatation : trop de déchets ne sont pas valorisés et finissent sous terre sans même être traités. Nous souhaitons donc trouver une solution à ce problème en trouvant un procédé capable d'optimiser la chaîne des détritits à notre échelle. C'est ainsi que l'idée nous est venue d'optimiser nos propres déchets. En effet, plus de 4 conteneurs de 750 l de déchets alimentaires sont jetés chaque semaine au lycée.

Dans le cadre du projet Eco Marathon, cette année, nous avons donc choisi de travailler sur un nouveau vecteur énergétique : le bio-méthane.

La problématique de départ était : **peut-on mouvoir notre véhicule Eco Marathon à partir nos déchets de cantine ?**

Nous avons étudié le principe de la méthanisation. C'est une fermentation (en absence de dioxygène) des déchets organiques (restes de repas, pain, papier, ...) pour produire du biogaz, composé essentiellement de méthane et de dioxyde de carbone. Ce méthane peut être utilisé en temps que carburant dans un véhicule ou bien dans un co-générateur afin de produire de l'électricité et de la chaleur.

Finalement notre étude a consisté à mesurer le potentiel de production de biogaz de nos déchets de la cantine.



Échantillonnage des déchets de la cantine

Notre objectif est de mesurer le potentiel méthanogène des déchets de notre cantine.

Pour réaliser notre expérience, il nous a fallu dans un premier temps récolter les déchets de la cantine, et les préparer. Nous avons donc réduit les déchets en une pâte la plus homogène possible et nous avons essayé de préparer un échantillon le plus représentatif possible de déchet brut.



Dans un second temps, nous avons procédé au séchage : nous avons fait sécher notre échantillon de matière que l'on veut faire fermenter. On a pesé notre échantillon dans un creuset. Ensuite nous l'avons passé au four avec extraction de la vapeur à 105 °C pendant au moins 24h nous avons obtenu 2 grammes de matière organique. Cette expérience a été faite dans deux récipients différents que nous avons pesé à vide.

Après cette étape, on a brûlé la matière organique pour obtenir ses cendres. A la sortie du four, il nous reste la matière sèche. Ensuite, nous avons passé le creuset au « four à moufle » à 550 °C pendant 6 heures dans le but d'obtenir la matière minérale. Au total nous aurons réalisé cette expérience sur quatre jours.

Expérimentation : mesure du potentiel méthane

Nous avons essayé de faire un panel pour avoir une séance type sur toute une semaine de cours. Avec les restant de nos déchets nous avons mis 3,35 grammes de nos déchets dans la fiole contenant les micro-organismes (liquide appelé inoculum).

Nous avons utilisé une bassine en plastique que nous avons rempli d'eau. Nous avons aussi utilisé une éprouvette graduée que l'on a aussi remplie d'eau pour voir la quantité de biogaz produit. A l'aide de seringues, nous avons monté un système permettant de faire nos mesures.

Nos mesures ont été faite rigoureusement, la fiole dans lequel se trouvait l'inoculum et l'échantillon de nos déchets, était bouchée par un caoutchouc pour éviter de faire entrer l'air de l'extérieur car les bactéries sont anaérobies.



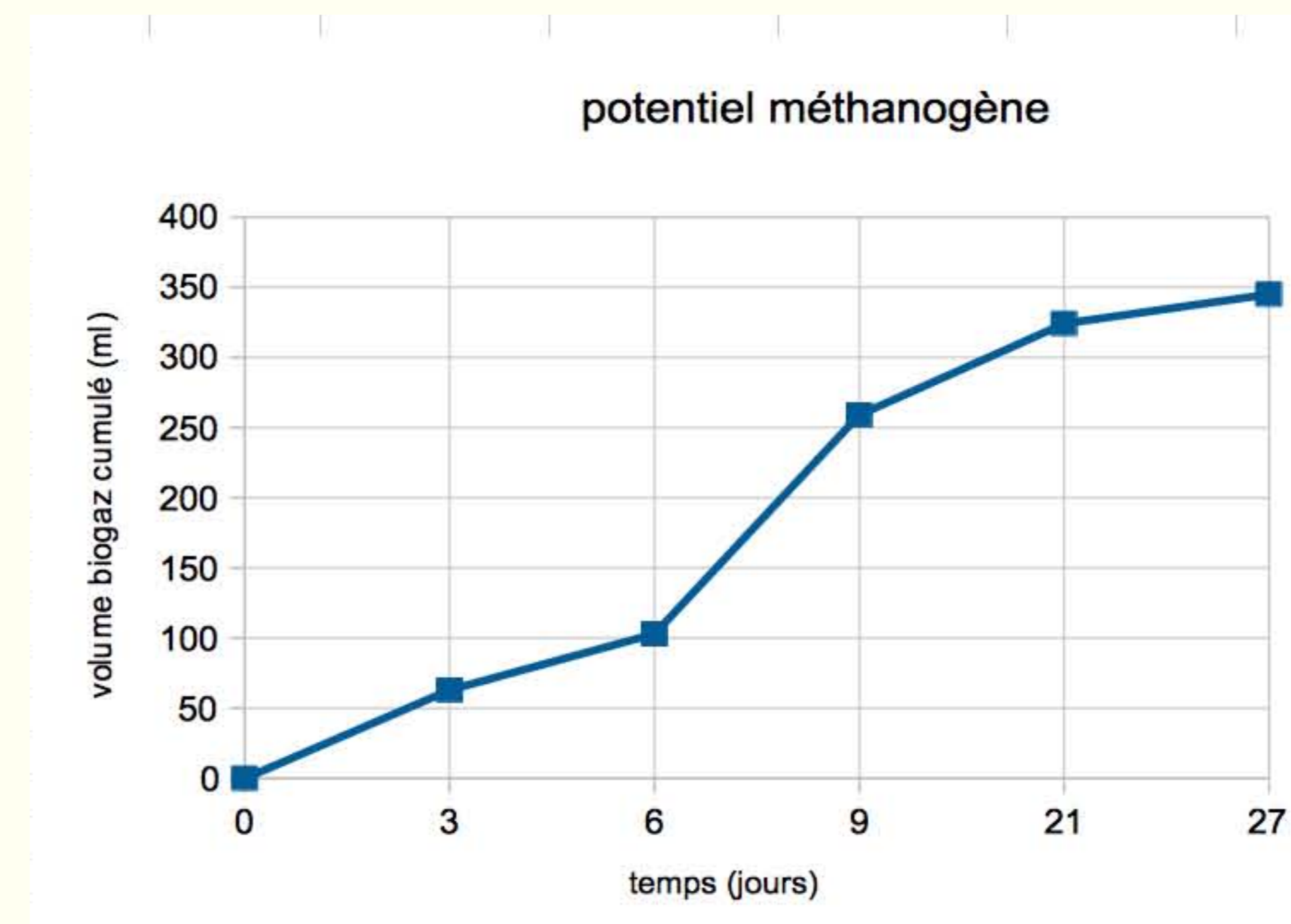
Résultats

Etape 1 : séchage

Nous avons 10 grammes au total de déchet. Or il y a 3 grammes d'eau en moins donc on a 7 grammes de matière sèche.

Etape 2 : Brûlage

Nous faisons brûler notre matière sèche à 550° nous obtenons 0,27 grammes de matière minérale. On peut donc en déduire qu'on avait 6,67 grammes de matière organique.



Nous avons donc produit 345 ml de Biogaz à partir d'une solution de 500 ml d'inoculum contenant 3,35 g de déchets bruts broyés.

Limites de nos résultats : un cumul d'incertitudes

Tout le long de l'année et à chaque nouvelle étape franchie, des incertitudes et approximations ce sont accumulées. Celles-ci ont pu compromettre l'exactitude de nos résultats.

En voici quelques exemples :

- Les proportions de chaque aliment dans le déchet n'ont pas été précisément respectées lors de leur prélèvement.
- Le robot de broyage n'était pas adapté à des déchets solides. Cela a donc compromis les résultats de nos expériences car nos échantillons n'était pas représentatif d'une semaine de déchets de cantine.
- L'inoculum nous est arrivé relativement froid alors que sa température optimale devait être de 39°C. Des bactéries sont donc mortes et notre méthanisation a pris du retard. De même, notre fiole n'est sûrement pas restée à 39°C constamment car des fluctuations de température ont été constatées dans notre four.
- Afin d'être précis, nous aurions du comparer nos résultats avec un témoin négatif (sans MO) et un témoin positif (avec éthanol). Cela n'a pas été fait par manque de temps et de place dans le four.
- Durant le prélèvement de gaz à la sortie de la fiole en cours de méthanisation, notre système de graduation peu précis et l'irrégularité des pompages ont pu causer un manque de précision dans notre graphique bilan.

Ces approximations n'ont, tout de même, pas empêché d'étudier le phénomène de méthanisation dans son ensemble.

Conception du prototype de fermenteur 5 l.

Dans le courant de l'année, les collègues professeurs en terminale STI2D se sont mobilisés pour présenter à leurs élèves un projet technologique de conception et de réalisation d'un méthaniseur de 5 litres de capacité. Les élèves de l'atelier scientifique sont venus présenter le cahier des charges aux professeurs et élèves de TSTI2D : malaxage en continu d'une pâte solide et consistante, système de thermostat pour maintenir une température de 39°C dans l'enceinte, résistance à la pression et système de récupération du biogaz produit. Voici le prototype :



Perspectives

Il nous reste à continuer l'étude scientifique de faisabilité du système de fermentation des déchets solides de la cantine scolaire pour produire du biogaz :

- Reprendre et valider le protocole de mesure du potentiel méthanogène de nos déchets de cantine,
- Tester et mesurer la production de biogaz par le fermenteur de 5 l fabriqué cette année par les élèves de T STI2D.
- Renforcer la réflexion d'un point de vue du développement durable quant à la production, au devenir et aux possibilités de valorisation des déchets organiques alimentaires.

Bibliographie

- Rapport de contrat de recherche du LBE : *Etude de la biodégradation, par digestion anaérobie, des fumiers de cheval sur pailles de blé et copeaux de bois mélangés aux déchets verts non ligneux*, JF Delgenes et al., 2012.

Remerciements

- Jean-Philippe DELGENES, Olivier AZAM, LBE de l'INRA à Narbonne.
- William ROUSSET, agriculteur et producteur de biogaz à Montrodat.
- Jean-Luc ALLART (BTS électrotechnique) qui nous a préparé la manipulation avec le four à moufle de son atelier au lycée.
- Gregory GARREL, Centre départemental de traitement des déchets.

Ce travail a été réalisé de septembre 2013 à mai 2014 dans le cadre de l'atelier scientifique encadré par M. Sébastien AZZOLA (STI) et M. Alain JACQUET (SVT)

et dans le cadre d'un projet de Terminale STI2D encadré par M. Laurent MACHADO, M. Laurent BRUZSCEK, M. Christophe RIOUST et M. Eric LAPORTE (professeurs de STI).

Des sorties indispensables à notre projet

→ Visite de la déchetterie départementale :

nous avons pu constater que de manière générale, les déchets, en France, ne sont pas valorisés avant d'être enfouis.



→ Visite de l'unité de biogaz agricole de GAEC

Rousset : cette visite nous a permis de mieux visualiser le principe de méthanisation et de comprendre son utilité en condition réelle.



→ visite du laboratoire LBE de l'INRA de Narbonne : cette dernière nous a renseignée sur le principe de méthanisation et nous a permis d'avoir un point de départ à notre projet. Les chercheurs nous ont fortement aidés dans le cadre des différents protocoles et de la précision de nos prélèvements. Ils nous ont aussi fourni du matériel approprié et l'inoculum contenant les bactéries.