

## Résumé

La digestion anaérobie, ou méthanisation, est un processus biologique permettant de recycler les déchets organiques. Cette voie de traitement conduit à la production d'énergie renouvelable (le biogaz) et un résidu liquide ou pâteux appelé digestat, qui possède une valeur fertilisante et amendante pour les terres agricoles.

Dans le cadre de mon stage de fin d'année dans l'unité EnR d'Idex, j'ai eu l'opportunité d'étudier et de participer à la mise en place de projets de méthanisation territoriale, qui traite à la fois des effluents d'élevage et les déchets d'industries agro-alimentaire. L'adhésion des agriculteurs à un projet donné de méthanisation territoriale est un élément clef dans le succès d'un projet. Ils sont fournisseurs de matière pour le processus de méthanisation (lisier et fumier) et leur surface agricole permet l'épandage du digestat. Un équilibre entre l'apport d'effluents et le retour du digestat en fonction des attentes des agriculteurs est donc au centre de la réussite du projet.

Mon stage a consisté à la mise en place d'outils d'aide à la décision pour le porteur de projet afin d'élaborer une unité de méthanisation adaptée aux conditions locales et d'optimiser l'échange entre effluents d'élevage et digestat pour répondre au mieux aux attentes des agriculteurs. Ma réflexion s'est donc construite progressivement avec les questions suivantes :

*Gestion des intrants agricoles* : quelle est la composition des intrants agricoles et quelle est la production de biogaz associée? Quelle est leur saisonnalité de production et comment gérer cette différence de tonnage intrant ? Quel est l'impact du stockage des intrants agricoles sur la production de biogaz ?

*Composition du digestat* : quel est le bilan matière de la méthanisation en particuliers pour les éléments NPK et MO stable? Quels sont les impacts du post-traitement sur la composition de la phase solide et de la phase liquide ?

*Base d'échange et Retour au sol* : sur deux exemples de méthanisation territoriale, comment trouver une base échange satisfaisant les attentes de chaque agriculteur ainsi que les contraintes locales ? Quel sera l'impact au niveau du transport ? Quelles seront les structures de stockage à prévoir pour le digestat ?

Tout en participant au développement de deux projets aux contextes bien différents, j'ai développé un outil informatique d'aide à la décision au niveau des échanges de matières. La connaissance du terrain m'a permis de confronter mon outil avec de véritables problématiques, de l'améliorer en conséquences tout en ayant conscience de ses limites.

## Summary

Anaerobic digestion, also called methanisation is a natural processes in which micro-organism decompose organic matter. This process produces two valuable products – called biogas and digestate. Biogas is an extremely useful source of renewable energy, biogas, whilst digestate is a highly valuable fertilizer in the field.

During my internship at Idex I have got the opportunity to participate in the developpement of territorial methanisation units, which treat animal manure, industrial wastes and by-products. The farmers' support for any specific project is essential: they bring organic matter that produce biogas to the unit and they use the digestate to fertilize their crops. The balance between the animal manure brought and the return of digestate is consequently a key for the success of the project.

I have created an Excel tool in order to help to optimize the choice of the exchange's rules. The aim is to adapt the exchange to the agronomic context and particularities of the region where the unit will take place and to optimize the logistic associated with the exchange of matter (stockage and transport). The reflection around this matter was a follow:

*Management of the manure:* what is the composition of animal manure? When are they produce and how to manage this variability of the input?

*Composition of the digestate:* what is the composition of the digestate with a given composition of the input (mixture of manure and industrial waste)? What happens to the nutrient present in the substrates of the anaerobic digestion? What are the impacts of the post-treatment of the digestate on the composition regarding the fertilizer value?

*Fertilizer management plan:* on the basis of two projects of methanisation units, how to find rules in the exchange that satisfy every farmer? What are the impacts on the logistic and on the habit of the farmers?

I have developed this computational simulation decision-maker tool progressively, following the needs of two different projects. The confrontation of my tool to the reality of the context helps me to improve it and also to identify its limits.