

Etude de l'influence enzymatique sur différentes boues : l'adjonction d'enzymes aux boues issues d'une station d'épuration facilite-t-elle leur digestion et la production de biogaz ?

Compte-rendu du travail de maturité de Gjyljeta Korllak du Lycée Blaise-Cendrars de La Chaux-de-Fonds
sous la direction de Mme F. Miserez

Le but général du travail est de présenter la fermentation méthanique, plus spécialement en relation avec la digestion des boues issues d'une station d'épuration. Ensuite, l'auteure cherche à répondre à une question qu'on s'est posée à la STEP de la Chaux-de-Fonds, à savoir si l'adjonction d'enzymes sous diverses conditions pouvait éventuellement augmenter le rendement de cette phase de l'épuration (augmentation de la production de biogaz, réduction des résidus secs).

Afin d'éclairer la discussion, c'est le « principe de la fermentation méthanique » qui est développé au départ. On passe ainsi en revue « les quatre procédés de la digestion anaérobie », où apparaissent la dégradation des protéines, des glucides et des lipides. Les différentes étapes et procédés sont résumés en un tableau qui montre comment on obtient finalement du méthane et du gaz carbonique (mélange nommé *biogaz*). La production du biogaz dépend naturellement d'un certain nombre de facteurs qui doivent être optimisés ; il s'agit de la température de fermentation (entre 25 et 45° pour les bactéries *mésophiles* et entre 50 et 60° pour les *termophiles*), le respect d'une anaérobiose stricte, un pH voisin de 7 et un potentiel d'oxydo-réduction entre -300 et -330 mV ; enfin, le brassage améliore les échanges et homogénéise le contenu du digesteur. Le chapitre consacré aux bactéries méthanogènes clôt cette partie un peu théorique. Le méthane issu de la fermentation est connu historiquement depuis le XVIIe siècle et plutôt sous le nom de *gaz des marais*. Le genre *Methanobacterium* contient entre autres les *Methanobacillus*, les *Methanococcus* et les *Methanosarcina*. Comme vu plus haut, certaines sont mésophiles et d'autres thermophiles. Comme dit l'auteure, « elles sont responsables de la dernière étape de la fermentation méthanique, aboutissant au biogaz ». Enfin, si le méthane permet de chauffer ou de produire de l'électricité, il ne faut pas cacher que lâché dans l'atmosphère le méthane a un effet de serre 21 fois plus important que le CO₂.

L'auteure, qui a passé ses vacances d'automne à la STEP de la Chaux-de-Fonds, présente les expériences qu'elle a pu y mener. L'idée est de comparer la production de gaz par des boues provenant de divers digesteurs avec ou sans adjonction d'enzymes. Après les tous premiers essais, on est arrivé à un montage final utilisant des flacons laveurs comme gazomètres. Elle décrit ainsi le système utilisé : « Les digesteurs sont reliés aux flacons laveurs par des tuyaux en silicone et des aiguilles de seringue. Le gaz produit par les bactéries méthanogènes est recueilli dans le flacon laveur ; le trop plein d'eau, correspondant au volume de gaz produit, est déversé dans un cylindre gradué au moyen d'un tuyau en silicone... ». Les expériences consistent à mettre 1000 ml de boue dans un flacon en plastique figurant le digesteur (et relié comme dit plus haut à un flacon laveur) ; les flacons sont placés dans un bain-marie réglé à 35°C et possédant un agitateur (la température est contrôlée avec un thermomètre). Les boues ont quatre origines, soit, par rapport à la STEP de la Chaux-de-Fonds, les digesteurs 1 et 2¹, la sortie des digesteurs ou encore les bassins biologiques². Les boues (1000 ml) sont placées rapidement dans les flacons où a lieu le processus, de façon à ne pas fausser le résultat par un apport d'oxygène. Le volume de gaz produit est relevé à intervalles réguliers. Les premières

¹ A la STEP de la Chaux-de-Fonds, les digesteurs 1 et 2 sont placés en série.

² Deux bassins « biologiques » interviennent après la décantation primaire.

expériences ont connu quelques difficultés, de l'eau ayant reflué des gazomètres dans les digesteurs. Dans une première série d'essais, l'auteure compare la digestion de boues sorties des digesteurs et complétées de boues fraîches face à un complément d'eau pure ; comme attendu, la production de gaz est plus forte avec l'adjonction de boues fraîches. Les expériences se poursuivent ensuite avec des boues sorties des digesteurs et des adjonctions de concentrations croissantes d'enzyme face à un témoin où l'eau remplace la solution d'enzyme. Comme attendu, il y a une concentration optimale d'enzyme qui engendre la plus grande production de biogaz. L'examen du résidu en matières sèches révèle quelques surprises pas toujours explicables. La concentration optimale d'enzyme est vérifiée sur un plus grand nombre de digesteurs (même s'il n'y a pas d'analyse statistique), alors que la quantité de matière sèche suscite toujours des interrogations. Les tests se poursuivent sur les boues issues des bassins biologiques (aérobies !) avec adjonction de boues digérées et d'enzyme à la concentration optimale ; il y a production de biogaz, mais du fait des mélanges les résultats sont plus difficiles à interpréter. On procède aussi à des essais sur les boues en provenance de Morteau (mélange de boues fraîches et de boues biologiques) ; on y adjoint à nouveau un peu de boues digérées et la solution optimale d'enzyme. La production de biogaz est importante, mais plus forte en présence d'enzyme ; à nouveau, le mélange de diverses boues rend difficile l'interprétation. Toutes les expériences relatées sont décrites par des tableaux de résultats et des représentations graphiques qui permettent au lecteur de se faire sa propre opinion, voire de réanalyser les données selon ses critères.

En conclusion, l'auteure se réjouit des résultats obtenus, sans cacher que quelques expériences, ainsi que la détermination du résidu sec, ont été surprenantes. Il n'en demeure pas moins que, à la température de 35°C, la concentration optimale d'enzyme permet d'accroître fortement la production de biogaz. Il reste à se demander si la généralisation à la STEP est possible, tant techniquement qu'économiquement.

Le travail est, comme attendu, complété d'une utile bibliographie. Mais, il comprend encore une description fort utile de la STEP de la Chaux-de-Fonds par laquelle le lecteur peu féru en matière d'épuration gagnerait à commencer l'examen du travail de maturité. (PF, janvier 2009).

Le texte complet peut être obtenu auprès de l'auteure, Mademoiselle Gjyljeta Korlak, Crétets 106, 2300 La Chaux-de-Fonds.