

Comparaison critique de procédés de récupération des nutriments (N, P, K) des biosolides et lisiers

Céline Vaneekhaute^{1,2,3}, Peter A. Vanrolleghem², Lina Belia³, Erik Meers¹, Filip M.G. Tack¹

¹Laboratoire d'écochimie appliquée, Université de Gand, Coupure Links 653, B-9000 Gand, Belgique

²modelEAU, Université Laval, 1065 Avenue de la Médecine, Québec, QC, G1V 0A6, Canada

³Primodal, 145 Rue Aberdeen, Québec, QC, G1R 2C9, Canada

Dans la transition d'une économie axée sur des ressources fossiles vers une économie axée sur des ressources renouvelables, la récupération des nutriments à partir des eaux usées, des biosolides et des lisiers est devenue très importante. Les estimations des réserves de nutriments sont très incertaines, mais basé sur la croissance de la population et la future demande en nutriments, il est prévu qu'une épuisement aura lieu dans les 93 à 291 ans pour P et 235 à 510 ans pour K. En outre, d'importantes quantités d'énergies sont utilisées pour la production des engrais synthétiques et produits chimiques, alors que les coûts d'énergie et d'engrais sont en augmentation. Dans le même temps, une grande quantité de minéraux provenant de diverses sources de déchets est dispersée dans l'environnement et souvent, ces minéraux se trouvent sous forme difficilement extractibles telle que les boues d'épuration, les boues industrielles, le fumier, les ordures ménagères, les cendres d'incinération, etc. De plus, l'élevage intensif combiné avec une disponibilité limitée de terres arables pour la disposition des rejets (lisier, etc.), ont provoqué un excès d'éléments nutritifs dans de nombreux sols à travers le monde. Ces phénomènes peuvent causer des problèmes environnementaux tels que le lessivage des nitrates et de phosphates et le ruissellement vers des plans d'eaux, aboutissant à l'eutrophisation des eaux de surface. Un défi important à relever dans le futur est de garder au maximum les nutriments dans un cycle fermé et de passer à une gestion plus durable des ressources, tant d'un point de vue économique qu'écologique.

La digestion anaérobie des biosolides et des lisiers a été évaluée comme l'une des technologies les plus économes en énergie et des plus respectueuses de l'environnement pour la production de bio-énergie et la récupération des nutriments valables, qui sont concentrés dans le digestat. Le digestat contient la fraction non digérée résiliente organique, l'eau et les micro- et macronutriments. Cependant, la poursuite du développement de cette technique est actuellement entravée dans certaines régions, car souvent les digestats qui en résultent ne peuvent pas être disposés sur des terres agricoles dans leur forme brute, en raison des limites de fertilisation strictes dans le cadre de la législation environnementale. Par conséquent, l'un des plus grands défis pour les installations de digestion anaérobie est de trouver des moyens rentables et durables pour le traitement ou l'élimination du digestat. Jusqu'à présent, l'approche technique pour le traitement du digestat était similaire à l'approche pour le traitement du lisier. Cela signifie que les objectifs étaient l'élimination des nutriments, par exemple par la nitrification/dénitrification de NH_4 en N_2 , ou la transformation du digestat en produits transportables, soit par le séchage ou le compostage. Néanmoins, la volonté existe d'évoluer vers des approches plus durables pour le traitement des digestats et des lisiers, qui mettent l'accent sur la récupération des nutriments, plutôt que l'élimination des nutriments.

L'objectif de la recherche était de créer une vue d'ensemble systématique et une comparaison critique des technologies disponibles ou en développement pour la récupération des nutriments (N, P, K) à partir des digestats et des lisiers. Les obstacles techniques et économiques sont évalués, ainsi que les caractéristiques des produits finaux. Les résultats de cette recherche peuvent donc indiquer des stratégies de commercialisation des nutriments recyclés à partir des biosolides et des lisiers.

Les techniques déjà opérationnelles à grande échelle pour la récupération de N à partir des digestats sont la filtration par membranes, la volatilisation de l'ammoniac et son absorption par l'eau acidifiée, résultant en substituts potentiels des engrais synthétiques. Néanmoins, ces techniques nécessitent d'être optimisées, particulièrement dans une optique d'économie d'énergie, de diminution de l'utilisation des produits chimiques et l'évitement d'écaillage. Une technique prometteuse pour la récupération de P est la cristallisation de struvite qui pourrait servir comme engrais à libération lente. Les principaux obstacles et défis techniques sont la précipitation dans la tuyauterie et l'équipement, l'ajustement du pH, le choix et les doses de produits chimiques, la conception du réacteur et la pollution du produit final par des composés organiques. Aussi à long terme, l'électrodialyse, l'osmose directe, la chimisorption transmembranaire et la production de biomasse pourraient faire partie des techniques de traitement durable du digestat.

Biographie de Céline VANEECKHAUTE

Céline Vaneekhaute a obtenu son baccalauréat et sa maîtrise en bio-ingénierie avec une spécialisation en génie environnemental à l'Université de Gand (Belgique). Elle a gagné plusieurs prix grâce à son mémoire sur le recyclage d'eau et des nutriments à partir des lisiers et des digestats. En 2011, Céline a commencé son doctorat sur la récupération des nutriments à partir des eaux usées et des boues. Elle fait partie de l'équipe modelEAU (Université Laval, Québec) où elle se spécialise sur l'optimisation de la récupération des nutriments par la modélisation. La recherche se fait en collaboration avec l'Université de Gand, spécialiste en récupération et valorisation des nutriments présents dans les biosolides et boues agricoles. Elle a obtenu une Bourse de recherche en milieu pratique (FRQNT/CRSNG) en coopération avec l'entreprise Primodal (Québec) sur la 'modélisation des procédés physicochimiques de récupération des nutriments afin de produire durablement des engrais efficaces et commercialisables'.