

Nicolas Lacroix, ing. jr, PA LEED O+M, Étudiant à la maîtrise-Daniel Rousse, titulaire de la Chaire de recherche en technologies de l'énergie et en efficacité énergétique, Professeur, Département de génie mécanique -Robert Hausler, Directeur, STEPPE-ÉTS, Professeur, Département du génie de la construction // ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION

DES CHANGEMENTS MAJEURS SONT À PRÉVOIR DANS LES MÉTHODES DE GESTION DES BOUES D'ÉPURATION MUNICIPALES. DANS SON PLAN D'ACTION 2011-2015, LE GOUVERNEMENT DU QUÉBEC VIA LE MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP) A FIXÉ UN OBJECTIF AMBITIEUX D'INTERDICTION D'ÉLIMINATION POUR LA TOTALITÉ DES MATIÈRES ORGANIQUES PUTRESCIBLES D'ICI 2020.

Les boues d'épuration n'y échapperont pas et cela constitue, bien au-delà du défi, une opportunité à saisir pour intégrer des projets de valorisation énergétique et d'économie d'énergie au sein des stations d'épuration. Toujours selon le MDDEP, en 2008, approximativement 52% des boues produites étaient incinérées, 30% se retrouvaient dans les sites d'enfouissement et un maigre 18% de cette matière était destinée à des activités de valorisation (figure 1). Il apparait alors évident qu'un travail colossal devra être accompli pour attendre l'objectif de valorisation complète. De plus, l'incinération n'est généralement pas considérée comme une activité de valorisation en soi, avec ou sans récupération d'énergie. Ainsi, les boues extraites par quatre des plus importantes stations (Longueuil, Montréal, Québec Est et Québec Ouest), comptant pour environ la moitié de la production provinciale, ne sont pas valorisées mais éliminées selon la définition reconnue par le MDDEP. Toutefois, le même ministère a établi une priorisation basée sur les «3RV-E» et a ajouté une catégorie de valorisation énergétique qui est préférable à l'élimination mais pas à la valorisation de la matière regroupée sous la catégorie recyclage (compostage et digestion anaérobie).

FL'ÉNERGIE AUTOMNE 2012

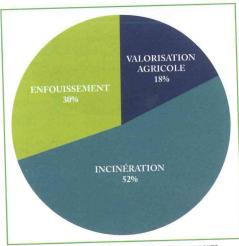


FIGURE 1: RÉPARTITION DES MÉTHODES DE DISPOSITION DES BOUES D'ÉPURATION MUNICIPALES EN 2008 (MDDEP)

Nicolas Lacroix, ing. jr, PA LEED O+M, Étudiant à la maîtrise –
Daniel Rousse, titulaire de la Chaire de recherche en technologies de l'énergie
et en efficacité énergétique, Professeur, Département de génie mécanique –
Robert Hausler, Directeur, STEPPE-ÉTS, Professeur, Département du génie
de la construction // ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION

DES CHANGEMENTS MAJEURS SONT À PRÉVOIR DANS LES MÉTHODES DE GESTION DES BOUES D'ÉPURATION MUNICIPALES. DANS SON PLAN D'ACTION 2011-2015, LE GOUVERNEMENT DU QUÉBEC VIA LE MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP) A FIXÉ UN OBJECTIF AMBITIEUX D'INTERDICTION D'ÉLIMINATION POUR LA TOTALITÉ DES MATIÈRES ORGANIQUES PUTRESCIBLES D'ICI 2020.

Les boues d'épuration n'y échapperont pas et cela constitue, bien au-delà du défi, une opportunité à saisir pour intégrer des projets de valorisation énergétique et d'économie d'énergie au sein des stations d'épuration. Toujours selon le MDDEP, en 2008, approximativement 52% des boues produites étaient incinérées, 30% se retrouvaient dans les sites d'enfouissement et un maigre 18% de cette matière était destinée à des activités de valorisation (figure 1). Il apparait alors évident qu'un travail colossal devra être accompli pour attendre l'objectif de valorisation complète. De plus, l'incinération n'est généralement pas considérée comme une activité de valorisation en soi, avec ou sans récupération d'énergie. Ainsi, les boues extraites par quatre des plus importantes stations (Longueuil, Montréal, Québec Est et Québec Ouest), comptant pour environ la moitié de la production provinciale, ne sont pas valorisées mais éliminées selon la définition reconnue par le MDDEP. Toutefois, le même ministère a établi une priorisation basée sur les «3RV-E» et a ajouté une catégorie de valorisation énergétique qui est préférable à l'élimination mais pas à la valorisation de la matière regroupée sous la catégorie recyclage (compostage et digestion anaérobie).

AUTOMNE 2012

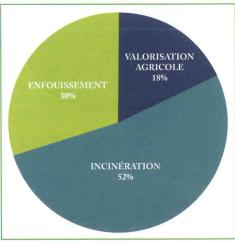


FIGURE 1: RÉPARTITION DES MÉTHODES DE DISPOSITION DES BOUES

Malgré les lignes directrices, il n'est pas toujours facile d'identifier la meilleure méthode de gestion des boues d'épuration. Hormis la position du MDDEP, plusieurs études arrivent à des résultats différents selon la priorisation des critères d'évaluation. Ainsi, il est généralement observé que d'un point de vue purement énergétique, la combustion possède un avantage alors que la valorisation agricole est privilégiée pour la réduction des gaz à effet de serre. Finalement, certaines analyses économiques réalisées pour d'autres pays démontrent une grande sensibilité par rapport aux aides financières apportées à l'implantation de la biométhanisation. Ces aides peuvent faire varier la performance économique de l'incinération, du compostage et de la biométhanisation. Il n'y a donc pas de solution optimale universelle en raison de la forte dépendance au contexte géographique, économique et énergétique du milieu d'implantation. S'ajoute à cela la méthode d'extraction (étangs aérés, procédé physico-chimique, boues activées, etc.) et la composition de l'affluent (ratio industriel/ domestique) qui revêtent une grande importance dans les prises de décisions. La photo 1 présente le cas des boues d'un étang aéré mises en tas.



PHOTO 1: EXEMPLE DE MISE EN TAS DES BOUES DESTINÉES À LA VALORISATION AGRICOLE OU À L'ENFOUISSEMENT

Puisque l'extraction des boues d'étangs aérés n'est pas continue, elle peut rendre injustifiable l'implantation d'une technologie de valorisation énergétique. Cependant, la destination de ces boues permettra alors d'influencer grandement l'impact environnemental de leur gestion. D'ailleurs, le MDDEP met clairement de l'avant la valorisation agricole,

présentée comme la meilleure solution pour réduire le bilan carbone et le gouvernement a mis sur pied des programmes de subvention visant à favoriser cette activité. Une méthode de disposition semble faire l'unanimité contre son utilisation: l'enfouissement.

Afin de faciliter le transport, la manutention et la valorisation des boues, plusieurs villes assèchent leurs boues, ce qui permet leur classification en tant que biosolides. Sous réserve d'analyses et d'un certificat d'autorisation, ces biosolides peuvent être employés comme matières résiduelles fertilisantes (MRF). Toutefois, des cas de contamination des sols et des problèmes de santé sont soupçonnés d'être liés à l'épandage des boues dans des pays ayant eu recours à cette pratique, ce qui démontre clairement l'importance de l'analyse des contaminants et de la désinfection afin de minimiser les risques. Dans cette optique, un système de classification a été développé afin d'attribuer une cote aux MRF dont font partie les boues d'épuration. Ainsi, trois critères sont évalués: la présence de contaminants chimiques (C1 ou C2), la présence de pathogènes (P1 ou P2) et le potentiel de pollution olfactive (O1, O2 ou O3). Plus le chiffre est élevé, plus la valorisation sera limitée. Beaucoup d'efforts sont investis afin de diffuser l'information puisque l'épandage fait face à une réticence importante de la part des agriculteurs et des consommateurs de leurs produits.

Bien qu'elle constitue une solution attrayante, la production des granules de biosolides requiert une grande quantité d'énergie pour l'extraction et l'évaporation de l'eau. Cela mène à l'intérêt envers la digestion anaérobie qui produit du biogaz pouvant être employé pour le séchage du digestat produit. Il en découle une réduction considérable des sources externes d'énergie. Toutefois, l'une des principales limitations repose sur la faible siccité des intrants et extrants de la biométhanisation. La biométhanisation est généralement effectuée avec une grande proportion d'eau (plus de 90%). La déshydratation mécanique permet d'élever la siccité mais la teneur en eau demeure importante, ce qui est directement lié aux besoins en énergie thermique. S'ajoute à cela l'augmentation de la difficulté à extraire l'eau des boues avec l'accroissement de la concentration en bactéries.

Il y a donc un potentiel de développement important dans ce domaine afin de minimiser les coûts de disposition et de traitement tout en engendrant, si possible, un surplus d'énergie pouvant être employé dans d'autres procédés. La Chaire de recherche en technologies de l'énergie et en efficacité énergétique (t3e) de l'École de technologie supérieure (ÉTS) se penche présentement sur cette question en collaboration avec l'entreprise de services énergétiques (ESE) Ecosystem. Les travaux en

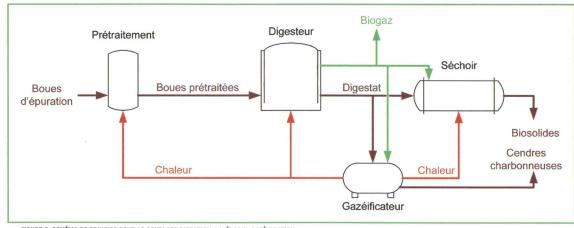


FIGURE 2:SCHÉMA DE PRINCIPE POUR LE COUPLAGE DIGESTION ANAÉROBIE-GAZÉIFICATION

cours visent à évaluer la synergie pouvant découler d'un couplage entre la digestion anaérobie et la gazéification. La première permet de produire un gaz de grande qualité à contenu énergétique moyen alors que la seconde présente une grande flexibilité d'opération permettant de générer des extrants solides (cendres charbonneuses), gazeux (gaz de synthèse) ou liquides (huile) dont le contenu énergétique et les propriétés sont variables. Ces produits peuvent servir comme fertilisants, comme combustible ou comme produits de synthèse, lesquels sont tous aseptiques. Ce couplage permettrait d'obtenir une grande variabilité d'opération et les installations pourraient être réglées afin d'opérer dans une zone optimale où les sphères économiques, environnementales et énergétiques se recoupent. La figure 2 est un schéma de principe qui illustre diverses interactions entre les composantes.

Au niveau du prétraitement, il sera question d'évaluer les diverses méthodes qui ont été développées afin d'augmenter le rendement de la digestion anaérobie et ainsi de tirer le maximum des boues d'épuration. Que ce soit l'hydrolyse thermique, les traitements par ultrasons, la variation de la teneur en eau ou la modification de la température de procédé, il y a généralement un besoin pour de l'énergie électrique et thermique. La gazéification et ses nombreuses déclinaisons (plasma, lit fluidisé, supercritique, etc.) apportent donc cette flexibilité au procédé.

Les recherches actuelles se concentrent essentiellement sur l'approche à privilégier pour extraire l'eau contenue dans les boues digérées afin de minimiser l'apport d'énergie supplémentaire requis pour maintenir la réaction de gazéification. Cela constitue l'un des principaux défis puisque les boues perdent une partie importante de leur pouvoir calorifique en ressortant du digesteur. La gazéification supercritique et l'hydrolyse thermique sont deux approches qui s'adressent spécifiquement à cette problématique et semblent prometteuses. De plus, dans certains cas, il est possible de moduler l'intensité du procédé de gazéification afin de contrôler la quantité de carbone résiduel extrait du digestat. Il en découle une conservation importante des propriétés fertilisantes tout en ajoutant la possibilité d'harmoniser l'extraction d'énergie à la demande.

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet permettront d'identifier les interactions et les principaux paramètres à prioriser ainsi qu'une méthodologie menant à l'optimisation des rendements énergétiques, économiques et environnementaux. Il sera alors possible de mieux intégrer les contextes d'implantation et d'ainsi identifier les configurations à privilégier face aux principaux scénarios en vigueur au Québec. La Chaire de recherche t3e, en collaboration avec l'entreprise Ecosystem sont présentement à la recherche de partenaires afin d'initier des projets pilotes dans ce domaine.

