

Évaluation et développement de systèmes d'assainissement séparatif des eaux noires à l'aide de l'analyse environnementale du cycle de vie et de l'analyse du coût sur le cycle de vie

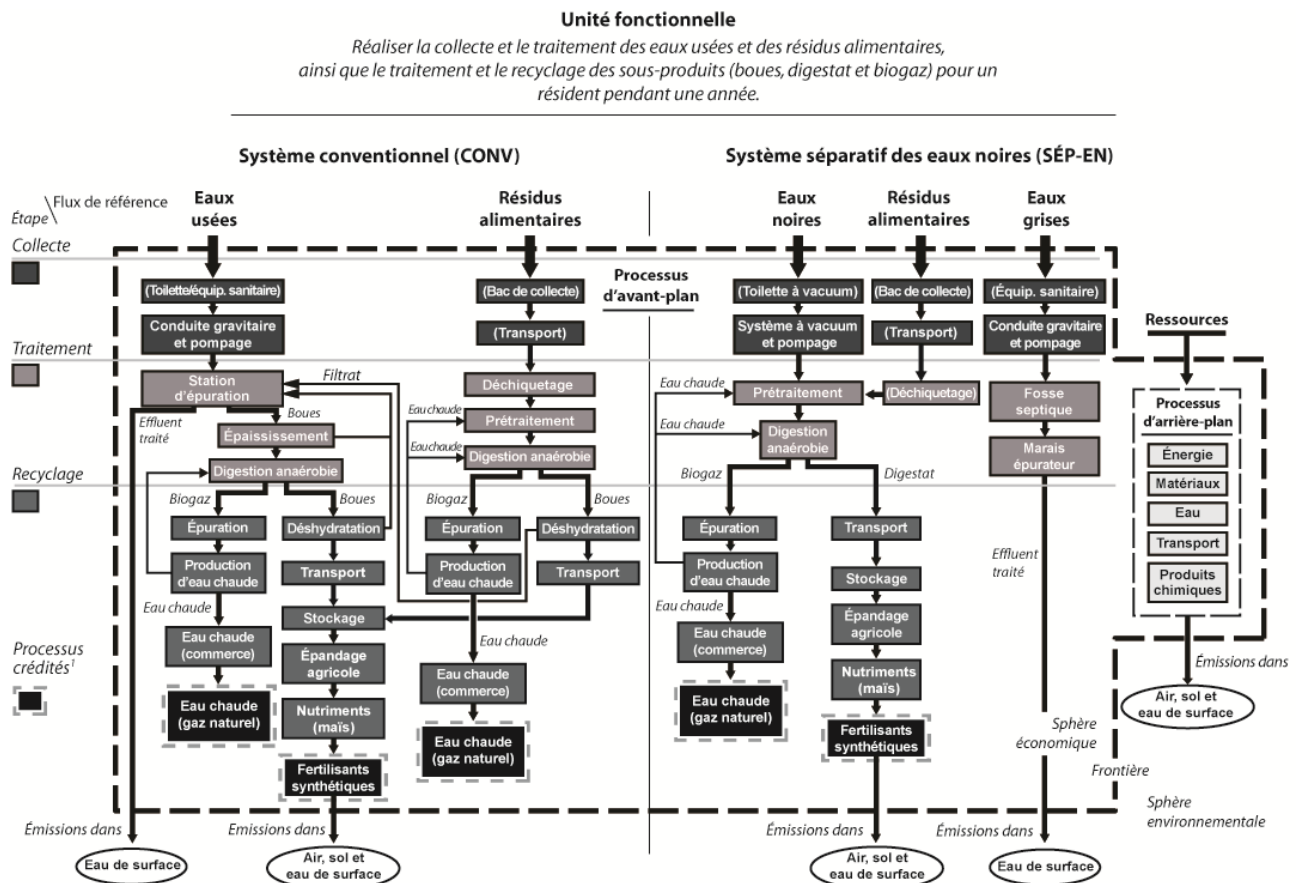
Thèse disponible en ligne : espace.etsmtl.ca/1354/1/THIBODEAU_Charles.pdf

Charles Thibodeau
charles.thibodeau.1@ens.etsmtl.ca
 25 septembre 2014

Sommaire

Dans l'optique d'abaisser la charge environnementale des systèmes d'assainissement municipaux, le système d'assainissement séparatif des eaux noires (SÉP-EN), c'est-à-dire un système basé sur la séparation à la source des eaux noires (eaux de toilette) et des eaux grises (évier, équipement de lavage, etc.), est généralement présenté comme une alternative viable au système d'assainissement conventionnel (CONV). Cependant, les études existantes ne permettent pas de conclure formellement sur la supériorité environnementale et économique d'un système par rapport à l'autre.

L'objectif général de la présente thèse consiste à déterminer si SÉP-EN offre des performances économique et environnementale inférieures, comparables ou supérieures à celles de CONV (Figure 1). Les méthodes de l'analyse environnementale du cycle de vie (AECV) et l'analyse du coût sur le cycle de vie (ACCV) sont utilisées. Les systèmes comparés sont implantés dans une nouvelle ville (hypothétique) située en banlieue de Montréal (Québec, Canada). Les données d'inventaire environnemental et économique d'avant-plan ont



Notes : Lorsque les noms des processus sont écrits entre parenthèse (p. ex. Transport), cela signifie que ces processus sont exclus de l'inventaire. L'équivalence fonctionnelle (expansion des frontières) est ici obtenue par la méthode du crédit (impacts et coût évités) utilisée dans l'article 3.

Figure 1 Champ d'étude : unité fonctionnelle (base de comparaison de l'étude), processus composant les systèmes d'assainissement comparés et frontière délimitant les sphères économique et environnementale

été collectés à partir de la littérature scientifique et du logiciel MATTEUS v.5.11 (IREQ, 2008) et les données d'arrière-plan proviennent de la base de données ecoinvent v.2.2 (ecoinvent Center, 2007). L'évaluation des impacts environnementaux a été réalisée avec la méthode IMPACT 2002+ (Jolliet et al, 2003). L'évaluation économique a été accomplie avec un taux d'intérêt nominal de 4 % et le résultat est exprimé en coût annuel équivalent spécifique (par personne) sur la base du dollar étasunien pour l'année 2010.

L'ACCV révèle que SÉP-EN implique un coût 33 % plus élevé que celui de CONV lorsque les systèmes sont implantés à une échelle de 50 000 personnes. Toujours à cette échelle, l'AECV montrent que SÉP-EN obtient des scores d'impacts (impacts environnementaux potentiels) de 100 %, 89 %, 24 % et 25 % plus élevés que CONV pour les catégories d'impacts Santé humaine, Qualité des écosystèmes, Changements climatiques et Ressources, respectivement. Toutefois, les conclusions peuvent être inversées si d'autres hypothèses sont utilisées: 1) si les impacts des émissions de métaux des flux de référence sont considérés (bien que leur incertitude rend les scores d'impacts non discriminants), SÉP-EN obtient alors des scores d'impacts inférieurs à ceux de CONV pour la Santé humaine et la Qualité des écosystèmes et 2) si un mélange de production énergétique nord-américain (au lieu du mélange énergétique québécois) et une distance de transport des fertilisants organiques de 20 km (au lieu de 40 km) sont choisis, SÉP-EN obtient des scores d'impacts comparables à ceux de CONV pour les Changements climatiques et les Ressources. Le plus important contributeur aux scores d'impacts de SÉP-EN est la gestion du digestat à cause de la masse de digestat à transporter sur les terres agricoles (Changements climatiques et Ressources), ainsi que des émissions d'ammoniac engendrées lors de son épandage (Santé humaine et Qualité des écosystèmes).

Toutefois, les performances environnementale et économique inférieures (scores plus élevés) de SÉP-EN par rapport à CONV peuvent être améliorées à l'aide de modifications ciblées de processus clés ou encore par un changement du mode de recyclage du digestat. Parmi les six scénarios de développement retenus, celui qui inclut une réduction d'eau de la toilette à vacuum de 1 à 0,5 L par chasse parvient à obtenir des performances significativement supérieures à celles de CONV pour les indicateurs Changements climatiques et Ressources, mais une performance inférieure pour l'indicateur Santé humaine, tout en ayant un coût comparable. Le scénario visant le traitement du digestat par osmose inverse et acidification établit des performances comparables à celles CONV pour l'ensemble des indicateurs environnementaux, ainsi qu'en termes de coût. Si des multiscénarios sont élaborés, c'est-à-dire si l'on combine plusieurs scénarios de développement, ceux-ci peuvent obtenir des performances supérieures à celles de CONV relativement aux indicateurs Changements climatiques, Ressources et Santé humaine, tout en conservant un coût comparable.

Bien que cette thèse ait contribué à faire avancer les connaissances relatives aux performances environnementale et économique de SÉP-EN, des limites liées à la qualité des données d'inventaire et à la méthode d'évaluation des impacts (métaux) ont été identifiées. En plus de proposer des pistes pour y remédier, la thèse a présenté des perspectives de recherche, telles que l'analyse approfondie des facteurs déterminant la performance de SÉP-EN, ainsi que l'évaluation intégrée des performances environnementale et économique au moyen du concept d'éco-efficacité.

Au final, les concepteurs et les décideurs du milieu de l'assainissement sont mieux informés de l'état des performances environnementale et économique de SÉP-EN par rapport à CONV, ainsi que sur les priorités d'action visant à améliorer leurs performances.

Références

ecoinvent Center. 2007. ecoinvent Data – The Life Cycle Inventory Data. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland. www.ecoinvent.org

IREQ. 2008. MATTEUS: modèle technico-économique de procédés de traitement des effluents organiques, Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ), Shawinigan, Québec, Canada.

Jolliet, Olivier, Manuele Margni, Raphaël Charles, Sébastien Humbert, Jérôme Payet, Gerald Rebitzer et Ralph Rosenbaum. 2003. « IMPACT 2002+: A new life cycle impact assessment methodology ». The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 8, no 6, p. 324-330.