



**HAL**  
open science

## Où et comment implanter la séparation des eaux usées à la source ? La modélisation intégrée à l'analyse de cycle de vie pour une évaluation globale.

Mathilde Besson, Etienne Paul, L. Tiruta-Barna, Sylvaine Berger, Mathieu Sperandio

### ► To cite this version:

Mathilde Besson, Etienne Paul, L. Tiruta-Barna, Sylvaine Berger, Mathieu Sperandio. Où et comment implanter la séparation des eaux usées à la source ? La modélisation intégrée à l'analyse de cycle de vie pour une évaluation globale.. 99ème congrès de l'ASTEE, Jun 2020, Lyon, France. hal-03340982

**HAL Id: hal-03340982**

**<https://hal.science/hal-03340982>**

Submitted on 10 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# OU ET COMMENT IMPLANTER LA SEPARATION DES EAUX USEES A LA SOURCE ? LA MODELISATION INTEGREE A L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE POUR UNE EVALUATION GLOBALE.

M. BESSON<sup>1</sup> , E. PAUL<sup>1</sup> , L. TIRUTA-BARNA<sup>1</sup>, S. BERGER<sup>2</sup> , M. SPERANDIO<sup>1</sup>

## MOTS-CLES

Valorisation des ressources des eaux usées, Séparation à la source, analyse de cycle de vie, urbanisme, outil d'aide à la décision

## CHAPÔ

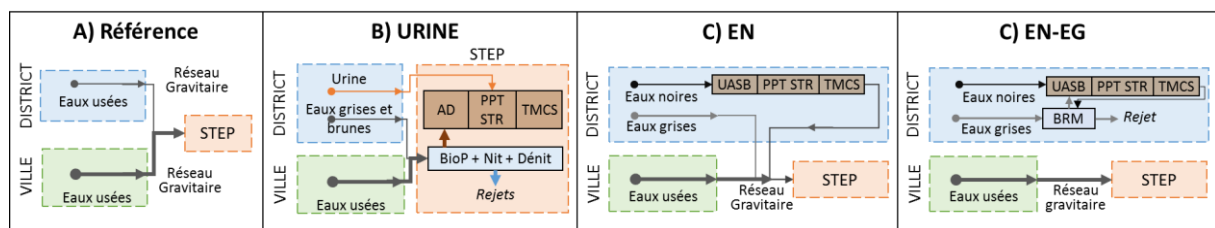
Les eaux usées ne sont plus vues uniquement comme une pollution mais aussi comme des ressources à valoriser. La mise en place de nouvelles filières de gestion et traitement, dont la séparation à la source, doit permettre une amélioration de l'empreinte environnementale du système de gestion des eaux usées. Il convient de bien évaluer ces nouveaux scénarios sur la base d'une analyse intégrée.

## CONTEXTE

Les stations d'épuration doivent se transformer en station de valorisation de ressources afin de limiter leur empreinte environnementale. Les impacts d'une station d'épuration sur le changement climatique (Bisinella de Faria, 2016) sont liées aux émissions directes de gaz à effet de serre (en particulier le N<sub>2</sub>O), de l'amortissement des infrastructures, la consommation d'électricité et de produits chimiques ainsi que l'épandage des boues. La séparation à la source de l'urine ou des eaux noires, par leur composition spécifique en nutriments, permet d'imaginer des solutions de valorisation plus spécifique que sur les eaux usées mélangées. Cependant les changements à mettre en place pour collecter les urines ou les eaux noires, sont conséquents et une évaluation de leur impact environnemental est nécessaire, avant toute installation massive. Ce travail a eu pour but d'analyser si la séparation à la source peut améliorer la valorisation des ressources des eaux usées par rapport à une station d'épuration avancée et à quel coût environnemental. De plus la séparation à la source est souvent associée à un certain degré de décentralisation des traitements et il est donc nécessaire d'évaluer les scénarios en considérant le type d'urbanisme du quartier concerné.

## METHODOLOGIE

Trois filières séparatives ont été comparées à une référence en s'inspirant des projets pilotes existants et sont décrits ci-dessous. La filière de référence est une filière futuriste, dans laquelle les ressources seraient valorisées à la station d'épuration de manière optimale.



<sup>1</sup> INSA-TBI Toulouse

<sup>2</sup> SOLAGRO

L'étude se focalise à l'échelle d'un nouveau quartier, avec 6 différents types d'urbanisme, caractérisant les quartiers des villes françaises et européennes, et développés par (Bonhomme, 2013).

Le système de gestion des eaux usées à l'échelle du quartier a été modélisé en dimensionnant la collecte des eaux usées, et les traitements décentralisés à partir de données bibliographiques sur les projets pilotes déjà existants. Les effets de la séparation à la source sur la STEP ont été pris en compte grâce à une modélisation sur le logiciel SUMO.

L'ensemble de ces résultats ont permis de créer l'inventaire de données nécessaire à l'analyse de cycle de vie. Celle-ci a pour objectif d'évaluer plusieurs solutions de gestion des eaux usées à l'échelle d'un nouveau quartier dont le type de configuration urbaine peut être différent. Pour cela les résultats sont normalisés en utilisant l'unité fonctionnelle d'un Equivalent Habitant traité sur le quartier. L'étude est réalisée en prenant en compte le nouveau quartier et le fonctionnement de la STEP. Pour se concentrer uniquement sur ce nouveau quartier, les résultats de l'état initial sans celui-ci sont soustraits aux scénarios avec le nouveau quartier.

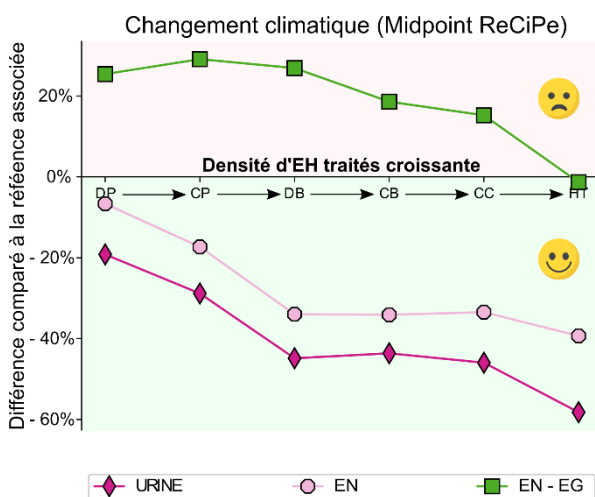
## RESULTATS

### Bilan matière et bilan énergétique

Quelle que soit la séparation à la source mise en jeu, les taux de récupération des nutriments sous forme de fertilisant sont beaucoup plus importants que dans la référence : de 6 % à environ 50 % pour l'azote ; de 10 % à plus de 40 % pour le phosphore. Ici ne sont pas considérés les nutriments présents dans les boues qui peuvent être épandues. Par contre, les résultats montrent que la séparation à la source ne permet pas d'augmenter significativement la valorisation de la matière organique. Les différents types d'urbanisme ont peu d'effet sur ces récupérations. Seul le phosphore est mieux récupéré en augmentant la densité du quartier car plus d'eaux usées vont être séparées par rapport au reste de la ville et l'élimination biologique du phosphore en est améliorée.

Le bilan énergétique montre une compensation des nouveaux besoins énergétiques par les baisses de consommations dans le cas des scénarios Urine et eau noire (EN). Cependant le traitement des eaux grises est très consommateur d'énergie dans le scénario EN-EG et la valorisation de l'azote demande de la chaleur. Le bilan électrique sur les scénarios avec traitement décentralisé s'améliore avec l'augmentation de la densité d'EH traité grâce à une augmentation de la production d'électricité avec de plus grandes unités de cogénération. De plus l'augmentation de la densité est concomitante à une augmentation du nombre d'employés qui induit une plus faible production d'eaux grises par EH traité et une plus faible consommation d'énergie pour le traitement.

### Impact sur le changement climatique



Les scénarios Urine et eau noire (EN) permettent de diminuer considérablement l'impact (de 20 % à 60 % pour les quartiers non pavillonnaires) sur le changement climatique grâce à la valorisation de l'azote et aux diminutions des émissions de GES. Cependant à faible densité d'urbanisme, la contribution du réseau étant très importante, de faibles améliorations sont visibles. Le scénario EN-EG augmente l'empreinte sur le changement climatique par rapport à la référence du fait des besoins énergétiques élevés, qui ne sont pas compensés par la réduction de la consommation d'eau potable. Cependant l'augmentation de la densité permet de diminuer cette aggravation, et d'obtenir un bilan équivalent à la référence aux améliorations du bilan énergétique pour la plus forte densité.

## BIBLIOGRAPHIE

Bisinella de Faria, A.B., 2016. *Development of an integrated approach for wastewater treatment plant optimization based on dynamic modelling and environmental assessment*. Université de Toulouse, Toulouse, France.

Bonhomme, M., 2013. *Contribution à la génération de bases de données multi-scalaires et évolutives pour une approche pluridisciplinaire de l'énergie urbaine (Thèse de doctorat en Génie Civil)*. LRA et LMDC - Université de Toulouse, France.