

# Séparation à la source: une alternative pour une meilleure gestion de l'eau en ville

---

Mathilde Besson, Mathieu Spérandio, Etienne Paul,  
Sylvaine Berger, Ligia Tiruta-Barna



Toulouse Biotechnology Institute  
Bio & Chemical Engineering



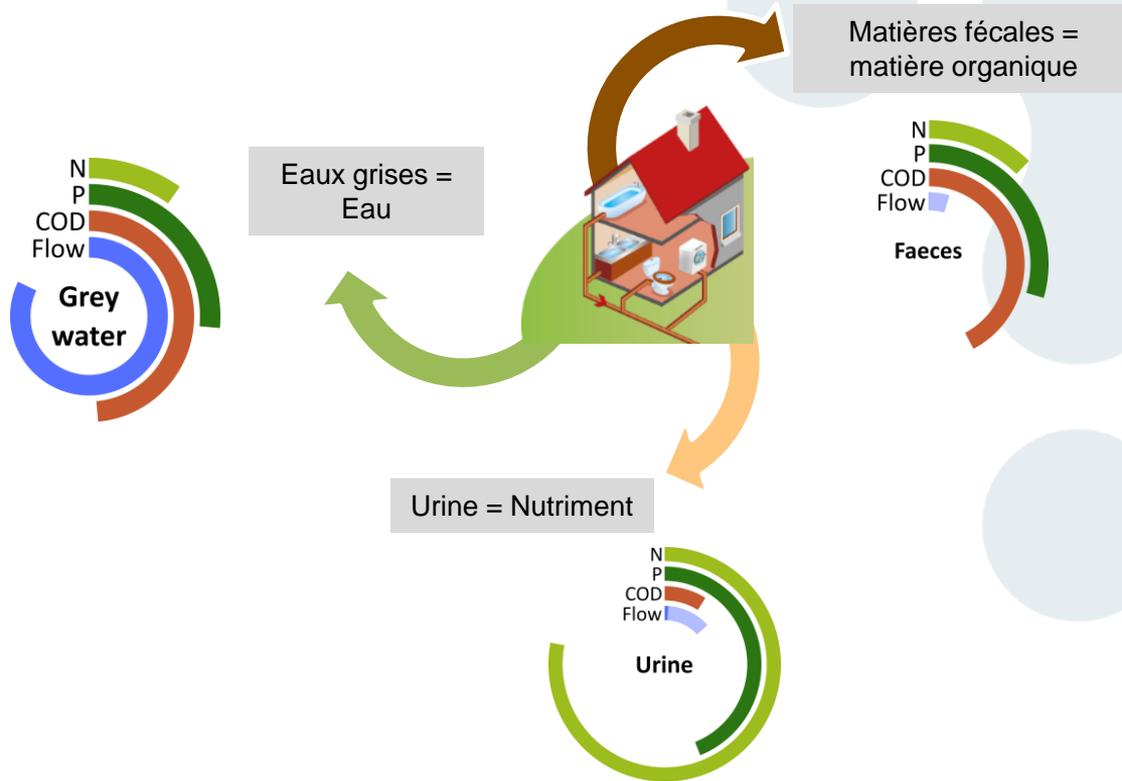
Projet MUSES



DESIGN  
ANR-17-CE22-  
0017

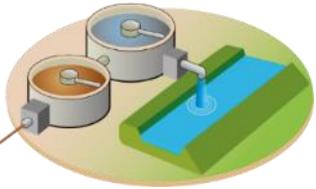
[www.toulouse-biotechnology-institute.fr](http://www.toulouse-biotechnology-institute.fr)

# Pourquoi séparer à la source ?





- **Vaut-il mieux séparer-valoriser à la source ?**
  - **OU**
- **« End-of-pipe » avec des STEP-(bio)raffineries ?**



# Besoin des outils de modélisation

- Où séparer ?
- Comment séparer ?
- Quelle est la qualité des flux séparés ?
- Comment traiter ?
- Quel est l'impact sur le système actuel ?



➔ **Création d'un boîte à outils pour répondre à ces questions**

# Les outils et les questions scientifiques associées

## • Evaluation de la séparation à la source

3) **Optimisation multicritère** sur les résultats d'ACV, économiques et de qualité de rejet

2) Couplage **modélisation dynamique** de station d'épuration et **d'analyse de cycle de vie** (Logiciel SUMO <-> Outil Python <-> Logiciel Umberto)

1) **Générateur d'influent** : quantité et qualité de l'urine et du reste des eaux usées (Outil Matlab)



PhD Ana Bisinella  
LISBP-INSA

Générateur d'influent : différencier la production d'urine dans les logements et dans les bureaux

PostDoc Gerald Matar  
TBI-INSA

Quel est l'impact de la séparation des urines sur la station d'épuration ?

Séparation des urines dans les logements ou dans les bureaux ?

Quelle est la meilleure stratégie pour la valorisation des nutriments ? (end of pipe ou séparation à la source)

Quel est l'impact de l'urbanisme sur les différentes filières de séparation à la source

a) Filière de référence avec valorisation des nutriments à la station d'épuration

b) Séparation des urines, des eaux noires et des eaux grises

1) **Création de quartier** de différents types d'urbanisme (outil SIG)

2) Génération des influents (Python)

3) **Gestion de la collecte** : transport par camion ou réseau (Python)

4) Modélisation de filière (SUMO)

PhD Mathilde Besson  
TBI-INSA



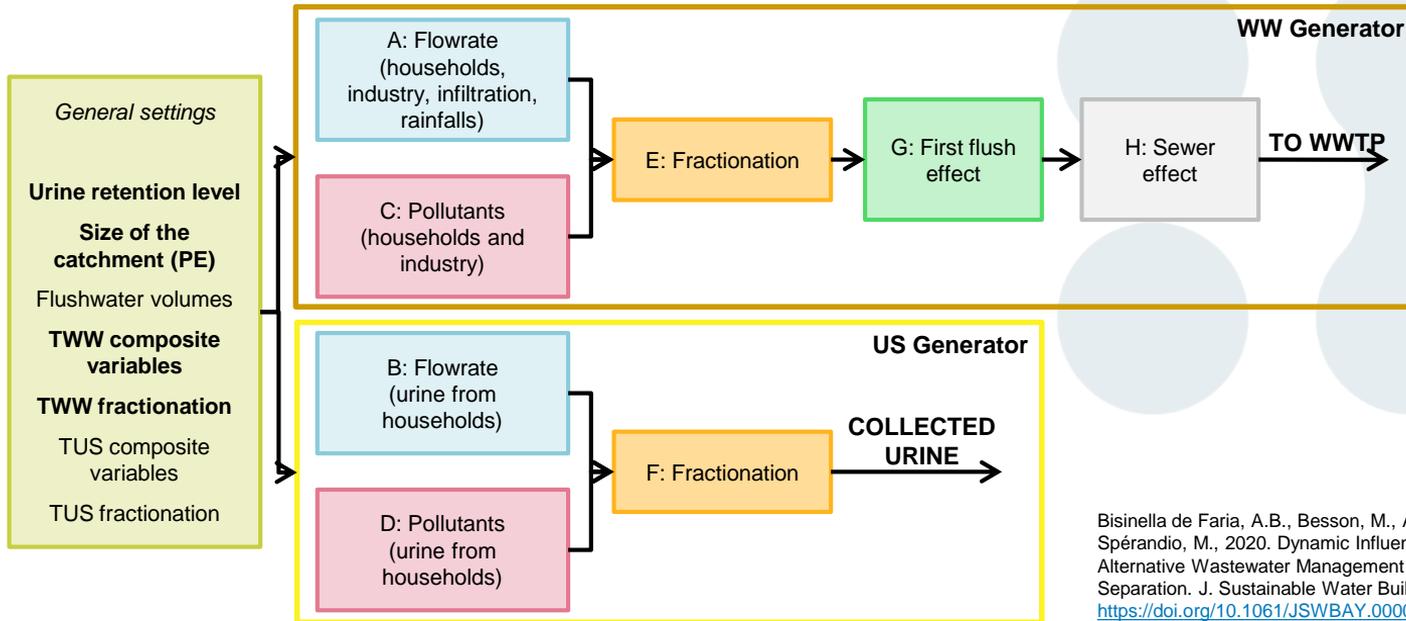
# Outil Générateur d'influent

- Influent en dynamique : urine et le reste des eaux usées



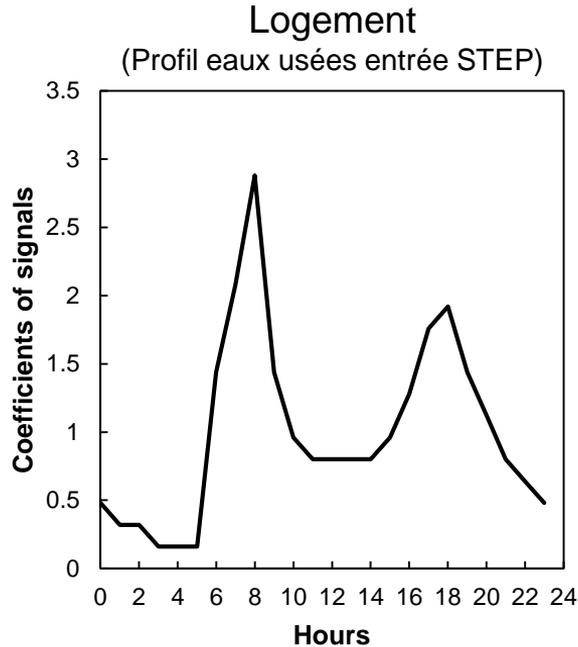
Adapted from Gernaey et al., 2011.  
Environmental Modelling & Software, 26

**TWW:** Total wastewater  
**TUS:** Total pure urine  
**WW:** Collected wastewater (without retained urine)  
**US:** Collected urine (as a function of the retention level)

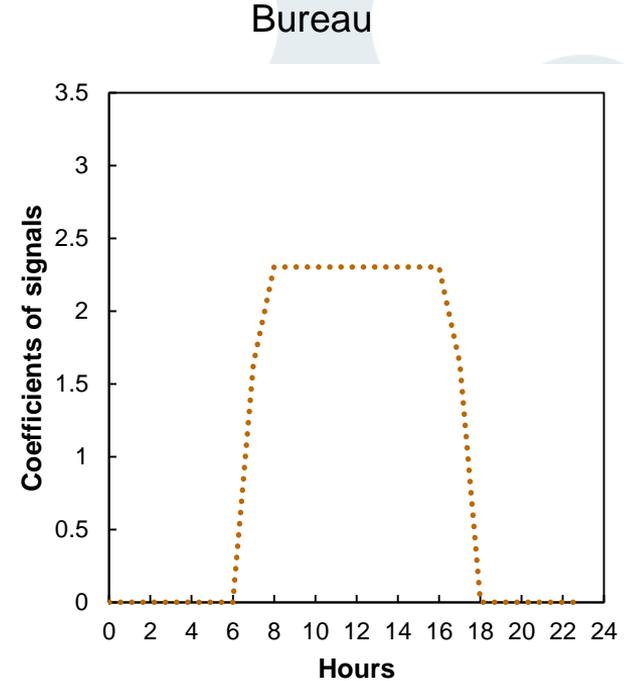


Bisinella de Faria, A.B., Besson, M., Ahmadi, A., Udert, K.M., Spérandio, M., 2020. Dynamic Influent Generator for Alternative Wastewater Management with Urine Source Separation. J. Sustainable Water Built Environ. 6, 04020001. <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.0000904>

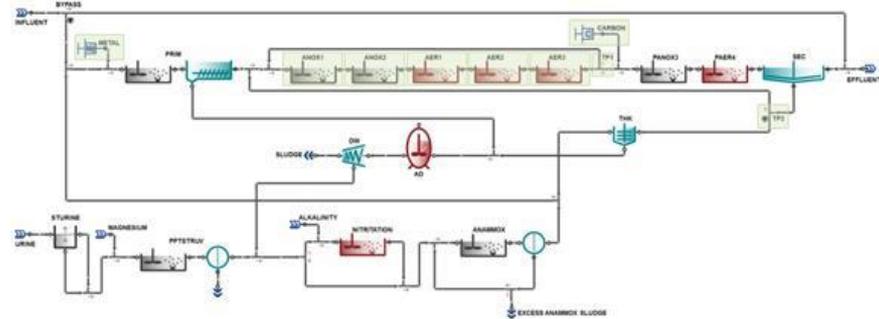
- **Profil de production :**



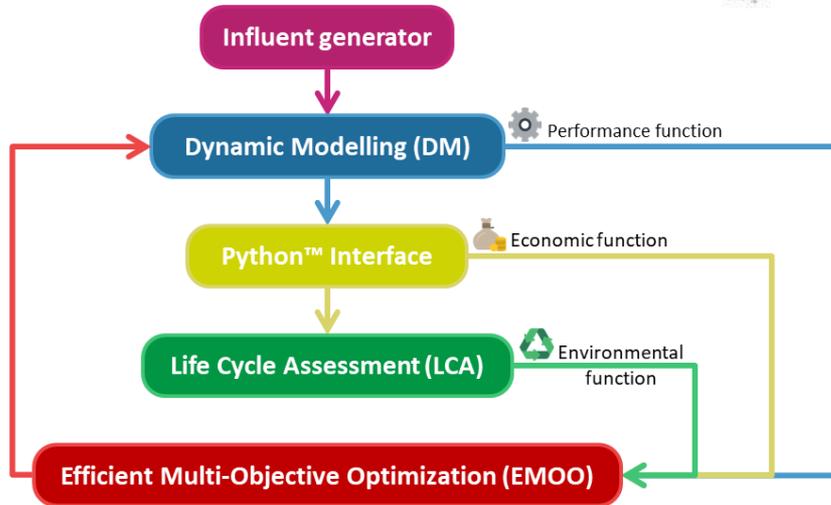
VS



- **Traitement des effluents urbains : modéliser et évaluer les scénarios**

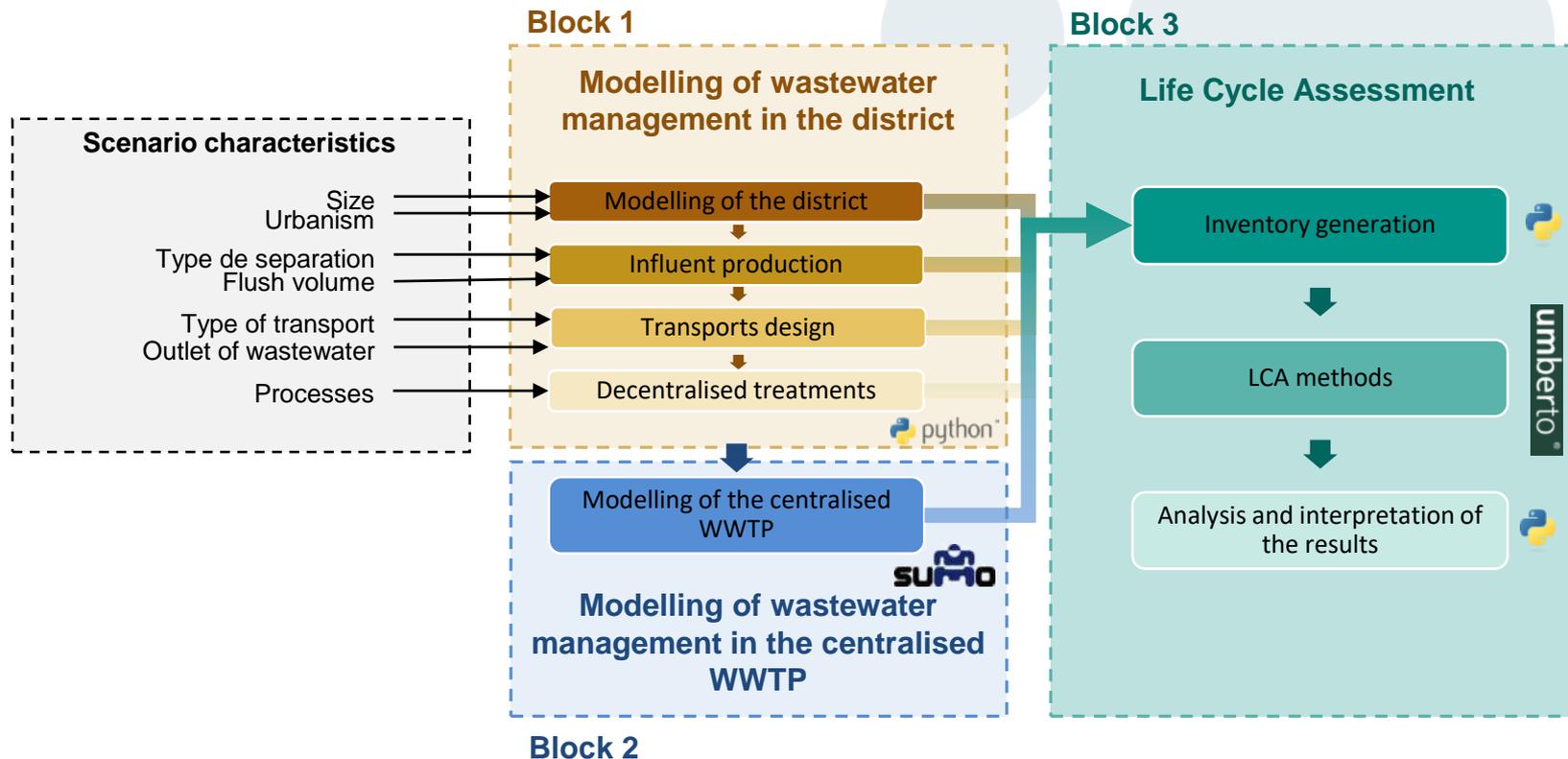


PhD Ana Bisinella  
LISBP-INSA



- dP Bio/Phy
- Traitement phy. primaire
- Digestion
- Anammox
- Struvite
- Séparation urine

# Outil MUSES – prendre en compte le quartier

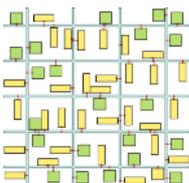


# Méthodologie générale

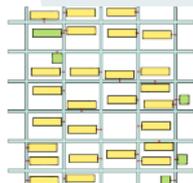
Discontinuous Pavilions



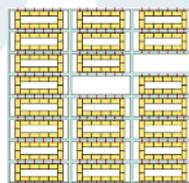
Continuous Pavilions



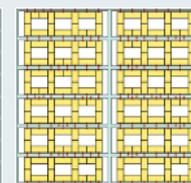
Discontinuous Blocks



Continuous Blocks



City Center



High-rise Tower



NEW

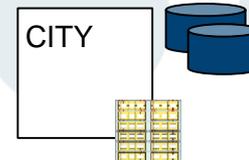
6 types d'urbanisme différents

NEW

Le scénario de référence: une station implémentant déjà la récupération de ressources

NEW

Un nouveau quartier est construit and les eaux usées sont gérées soit à la station d'épuration centralisée soit de manière décentralisée

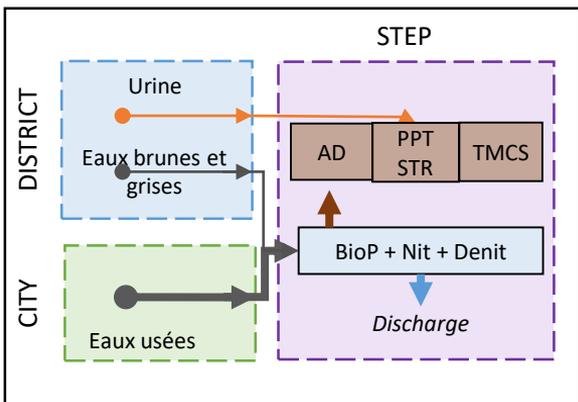


# Les scénarios

- **Comparaison de 3 scénarios de séparation à la source avec une station d'épuration récupérant les ressources**

## URINE

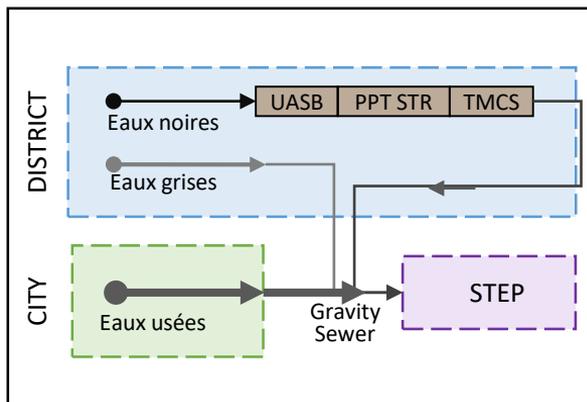
Traitement **centralisé** de l'urine



80% d'efficacité de séparation de l'urine

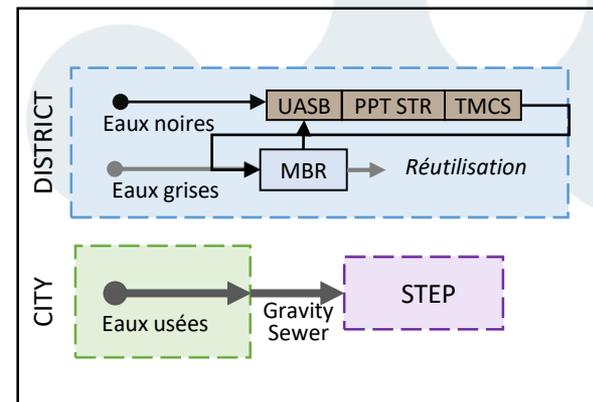
## EN

Traitement **Semi-décentralisé** des eaux noires et grises



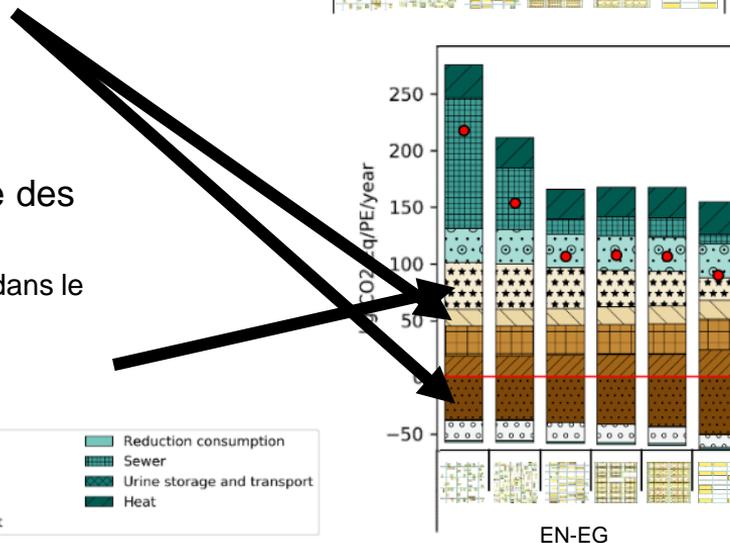
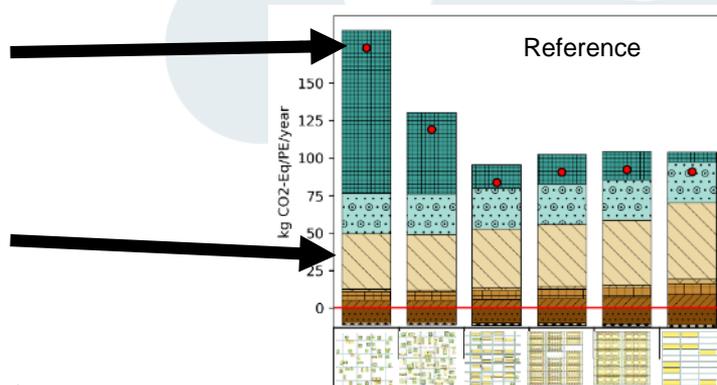
## EN-EG

Traitement **totallement décentralisé** des eaux noires et grises



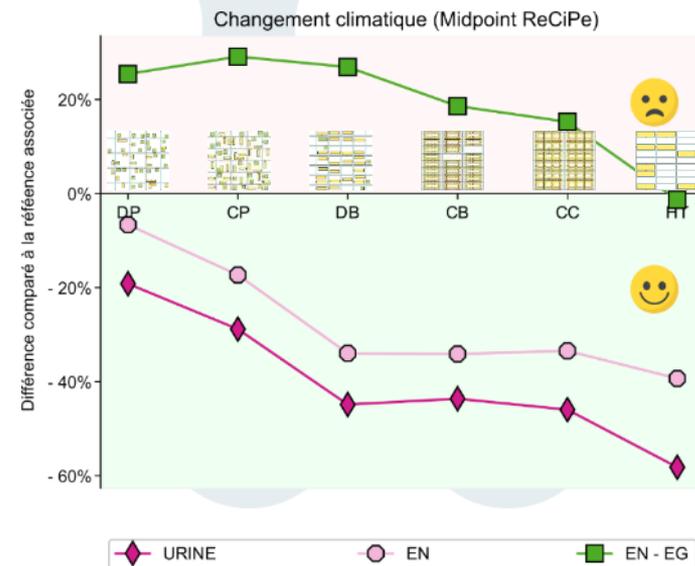
# Résultats – ACV changement climatique

- Impact du réseau très impactant sur les faibles densités de PE
- Forte contribution des émissions directes
  - Emissions de N<sub>2</sub>O pour l'élimination de l'azote
- Diminution pour les scénarios alternatifs de :
  - Diminution des émissions de gaz à effets de serre et surtout du N<sub>2</sub>O
  - Augmentation des émissions évitées liées à la production de fertilisant
- Scénario EN-EG : impact non négligeable des besoins énergétiques
  - Electricité pour le traitement des eaux grises dans le BRM
  - Chaleur pour la récupération de l'azote



# Résultats – ACV changement climatique

- **Comparaison avec le scénario de référence**
- **Amélioration du bilan en augmentant la densité d'EH traités**
- **Scénario EN-EG :**
  - plus de 20% de dégradation par rapport à la référence pour les faibles densités
  - Bilan équivalent à la Référence pour les tours de grande hauteur
    - Possible grâce à l'amélioration du bilan énergétique
- **Scénario Urine et EN :**
  - Limitation par l'importance du réseau pour les types DP et CP : moins de 20% d'amélioration
  - Pour toutes les autres configurations : amélioration d'au moins 30% par rapport à la référence



- **Plusieurs blocs de modélisations pour prendre en compte l'intégralité de la filière**
  - **Quartier**
  - **Génération d'influent dynamique (urine, eaux usées)**
  - **Dimensionnement des transports**
  - **Modélisation des traitements**
  - **Analyse de cycle de vie**
  - **Optimisation multicritère**



---

Merci !