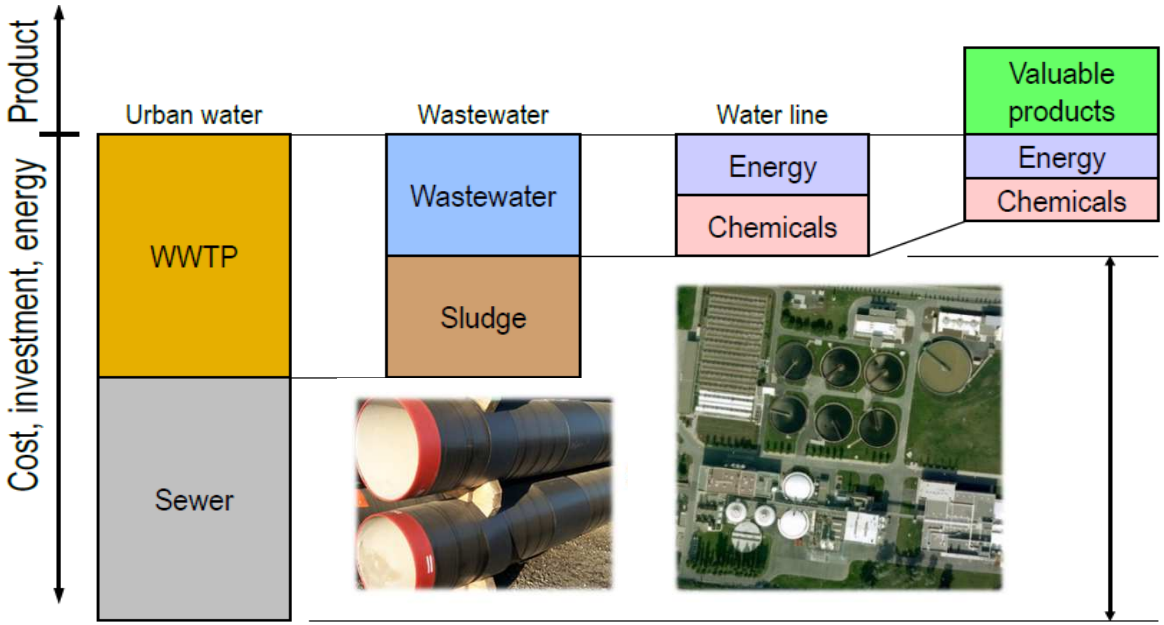
Séparation à la source
Projets dans le sud de la France

M. Spérandio, sperandi@insa-toulouse.fr
E. Paul
Y. Bessière, L. Tiruta-Barna, A. Ahmadi
M. Besson, L. Cavaillé, A. B. Bisinella de Faria
M. Bounouba, E. Mengelle, S. Dubos

LISBP
LABORATOIRE D'INGÉNIERIE DES SYSTÈMES BIOLOGIQUES ET DES PROCÉDÉS
INRA SCIENCE & IMPACT
cnrs
INSA TOULOUSE
Université de Toulouse

Les effluent urbains:
coûts ? bénéfices ? Nouvelle ressource ?



Tout à l'égout = couteux pour recycler l'eau et la matière

Nouveaux challenges

Surcharge de certaines STEP

Emissions de N_2O

Normes de rejets de plus en plus contraignantes

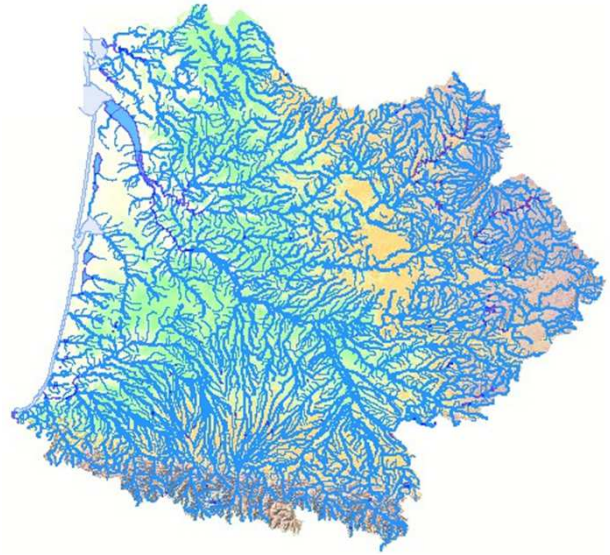
Micropolluants

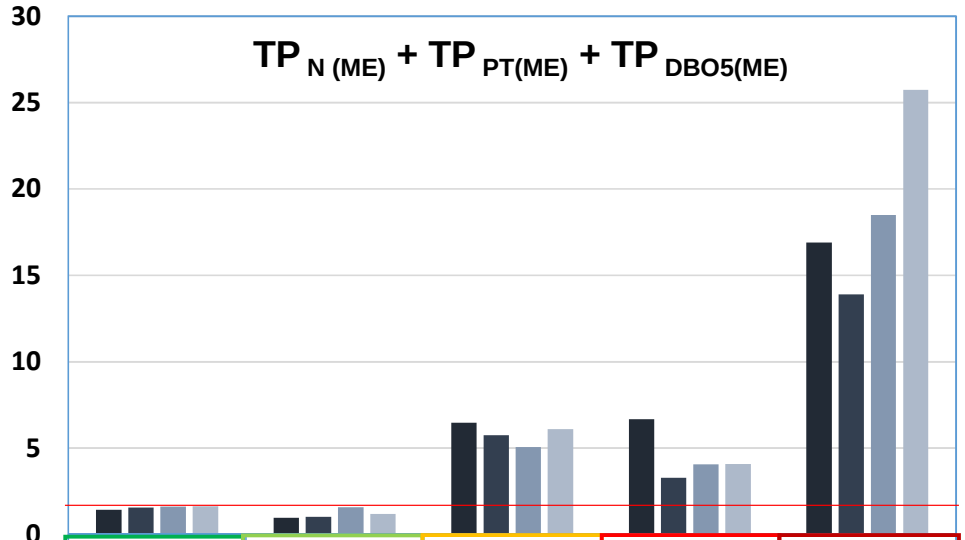
Forte consommation d'énergie

Faible valorisation des nutriments et de la matière organique

Opportunité :

- Eau
- Chaleur
- Méthane
- Fertilisants
- Bioplastiques

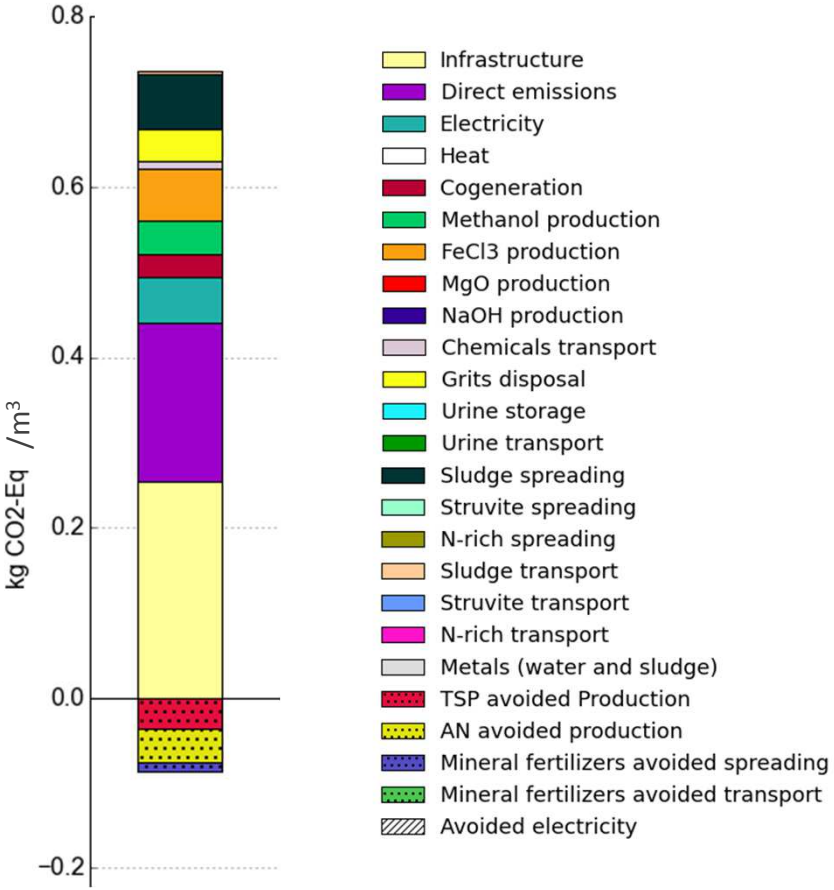




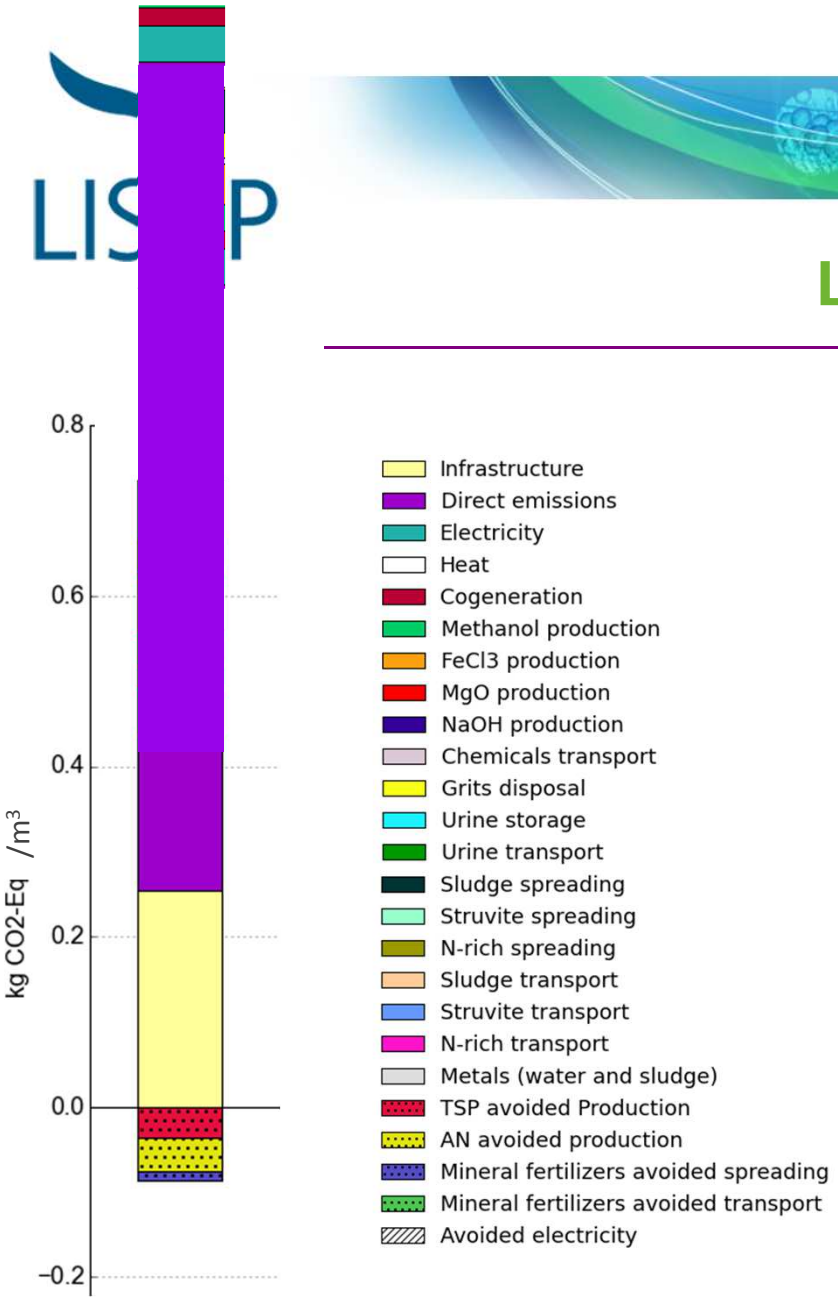
	1	2	3	4	5
Moyenne de Somme pressions ME (2010)	1.42	0.96	6.47	6.67	16.91
Moyenne de Somme pressions ME (2011)	1.57	1.03	5.75	3.28	13.91
Moyenne de Somme pressions ME (2012)	1.61	1.58	5.05	4.06	18.50
Moyenne de Somme pressions ME (2013)	1.62	1.19	6.11	4.07	25.73
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Cas du bassin Adour Garonne: des liens encore importants entre les masses d'eaux déclassées et la pression des STEPs (N et P)

La station d'épuration: bilan GES



La station d'épuration: bilan GES

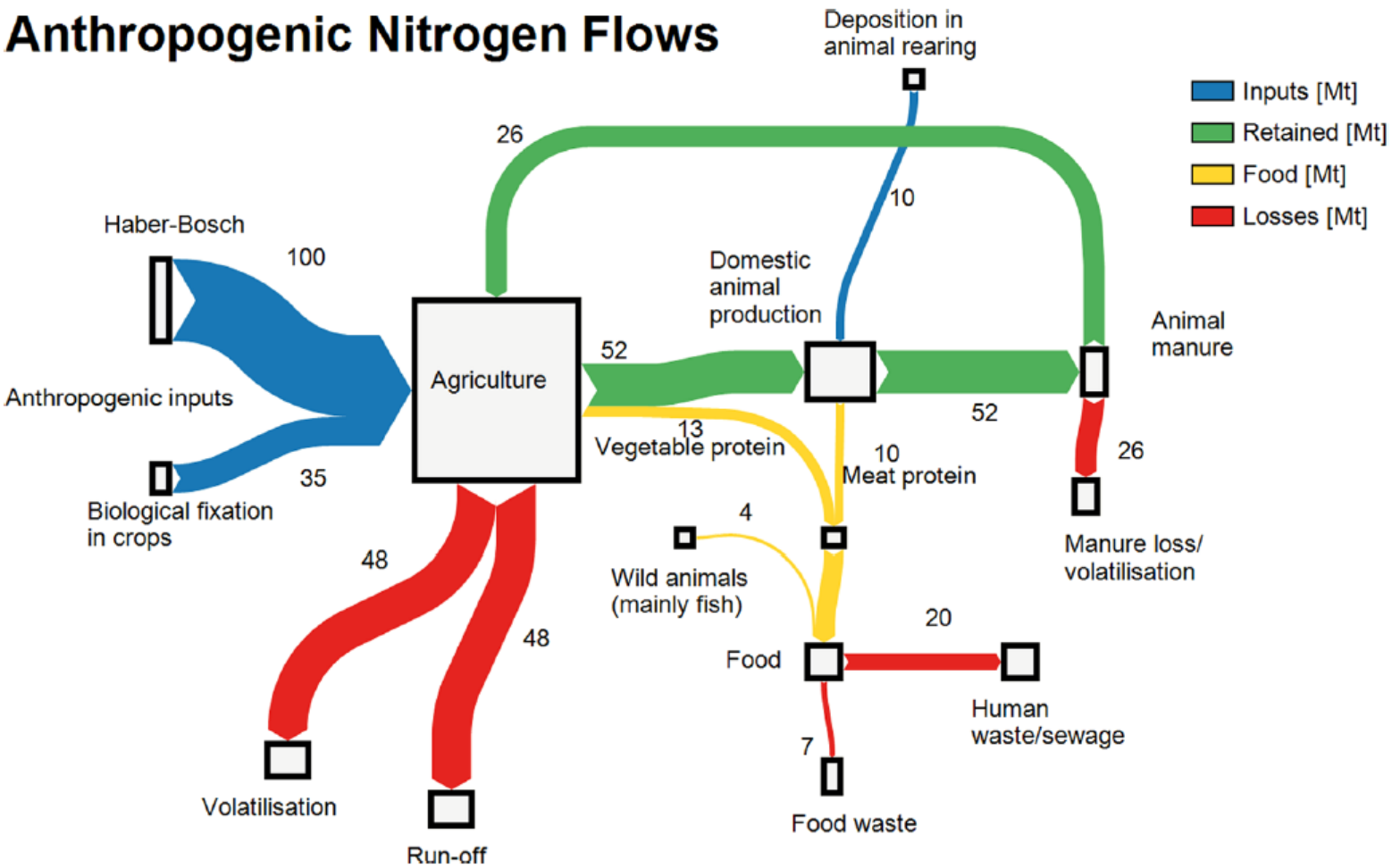


N_2O

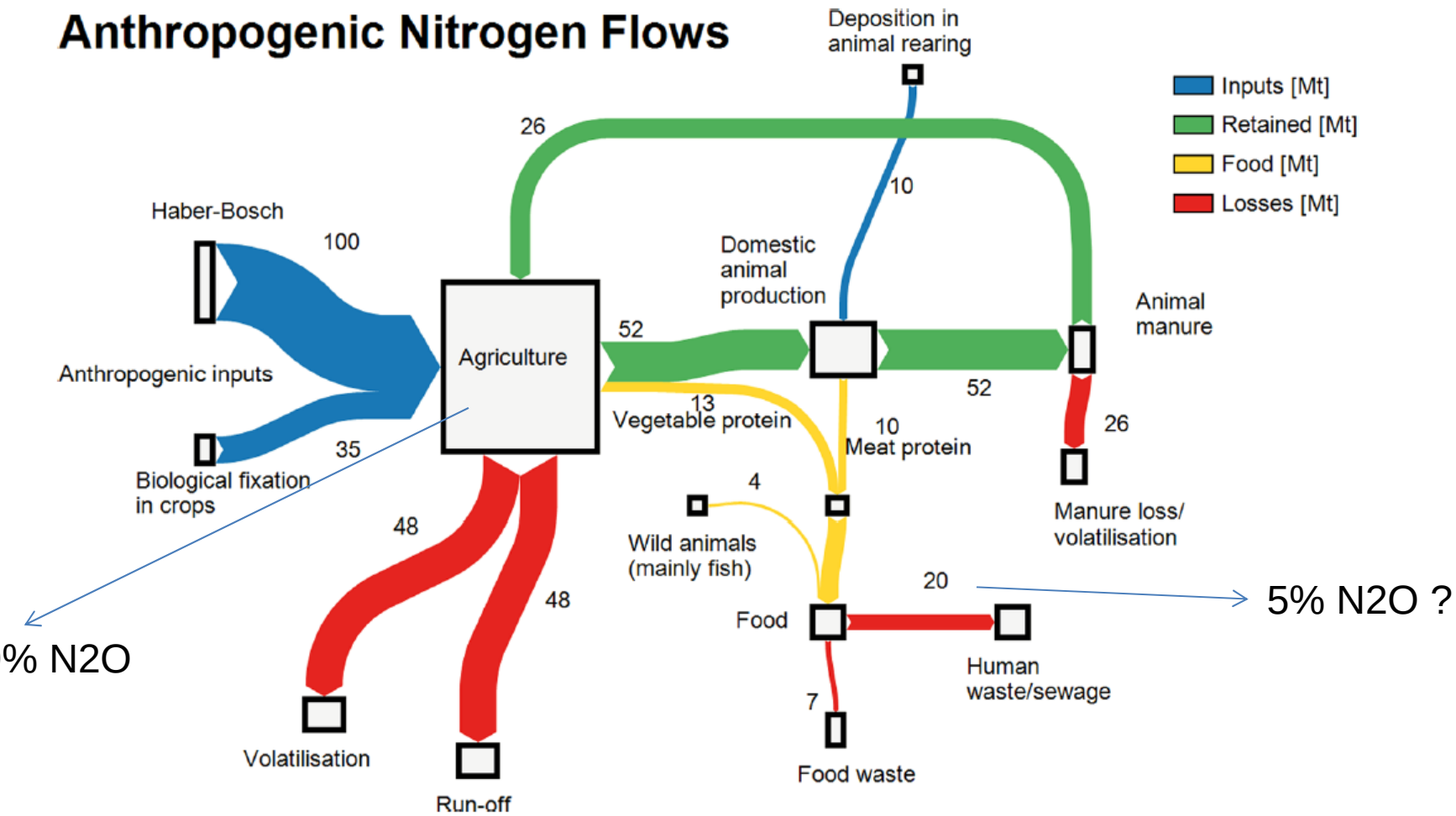
Hypothèse

EF=4% vs 0.5%

Anthropogenic Nitrogen Flows



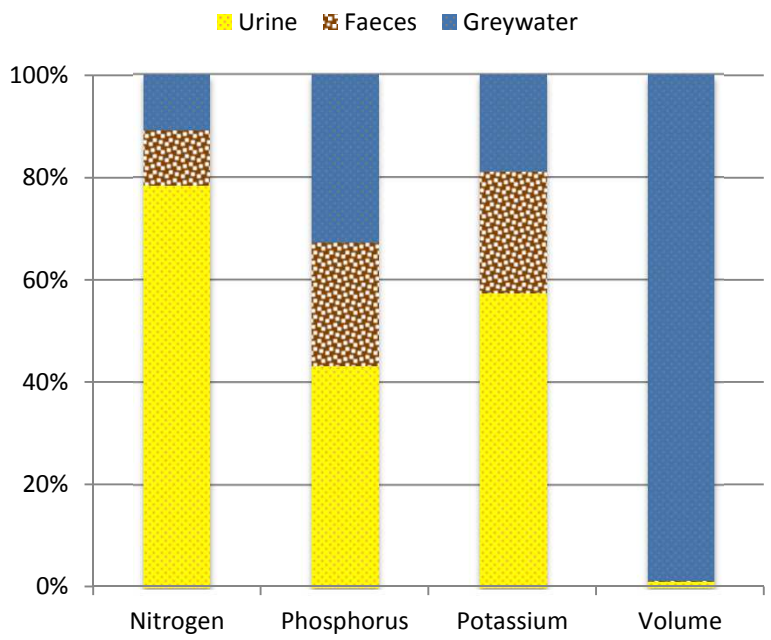
Anthropogenic Nitrogen Flows



0.9% N2O

5% N2O ?

L'urine



1% du volume

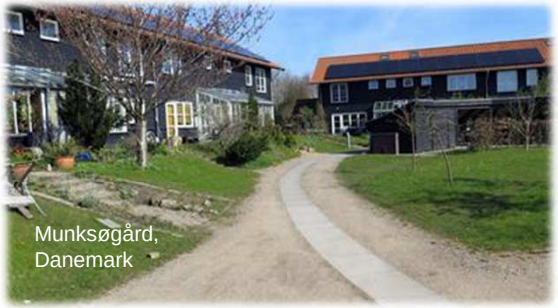
80-88% TKN

45-57% Total P

70% of pharmaceutical residues excreted by human

La séparation à la source: une transition?

Quels modèles dans le milieu urbain densifié ?



Scenarios - évaluation

1. Quel mode / niveau de **séparation** ?

2. Quel mode de collecte et **transport** (centralisation) ?

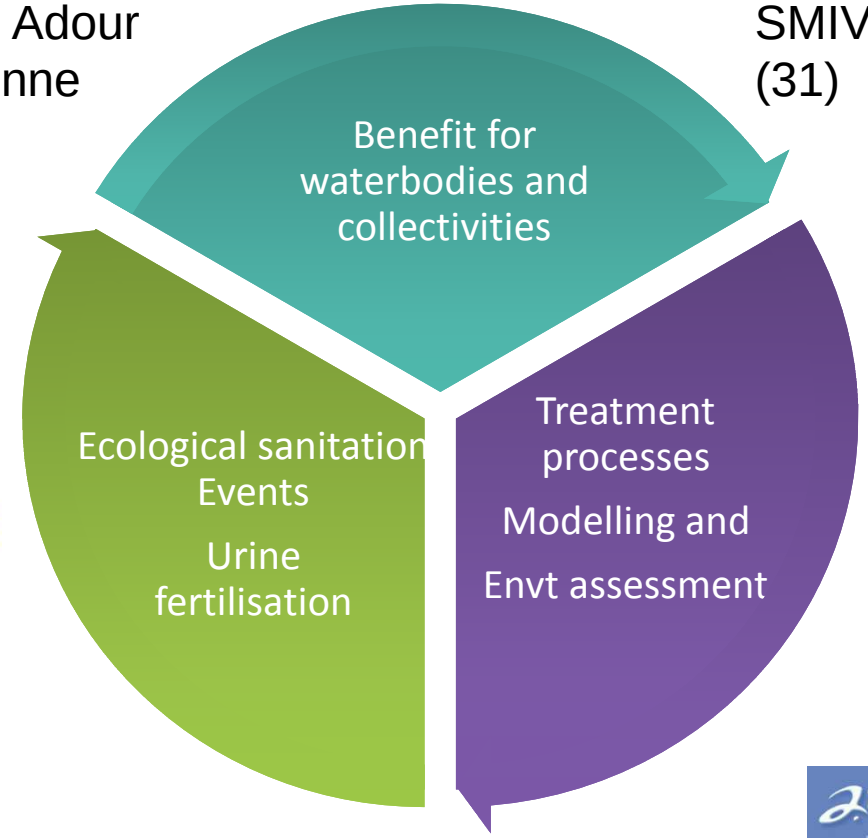
3. Quel **traitement** ?

4. Quelle méthode de **valorisation** ?

Network – Sud de la France

Agence de l'Eau Adour Garonne

Portet sur Garonne, SMIVOM Saudrune, (31)



INSA TOULOUSE

LISBP

Projet SMS

irstea

ecosec

(34)

RAE (32)
Terr'Eau (09)

SOLAGRO

J.P. Coste La ligne de l'eau

Exemple d'expérience

Irrigation enterrée

Urine diluée Urine pure Sans urine

La croissance des légumes irrigués à l'urine a plus que triplée par rapport aux légumes n'ayant pas reçu d'urine. Le poids moyen des légumes irrigués à l'urine pure est quant à lui entre 3 et 7 fois supérieur. Celui des légumes irrigués à l'urine diluée est lui de 3 à 4 fois supérieur.

Sans urine Urine diluée Urine pure

Poids Moyen (g)	**Sans urine**	**Urine diluée**	**Urine pure**
Salade	94	238	303
Choux chinois	110	345	946
Poirés	102	438	730

Figure 2 : Parcelle expérimentation ECOSEC - IRSTEA et poirées irrigués à différentes concentration d'urine.

Axes de recherche

écosystème toulousain

1. **Evaluer les scénarios de séparation: ACV et modélisation**

2. **Démontrer le potentiel de la séparation à la source pour mieux isoler et traiter les micropollutants**

3. **Développer des techniques pour la récupération des nutriments à faible empreinte carbone et énergie**

4. **Construire des partenariats pour l'évaluation technique, économique, sociétale et la diffusion**

Evaluation des scénarios

Ana Bisinella de Faria

PhD 2013-2016

Coupling LCA and whole plant modelling for assessing new wastewater management strategies adapted to urine separation

Mathilde Besson

ACV des scénarios. Project INSA - SOLAGRO

EU project “UrinetoValue”. LIST (L), Wetsus (ND).

Collaborative project
FP7 EU program
5 countries

Scenarios - évaluation

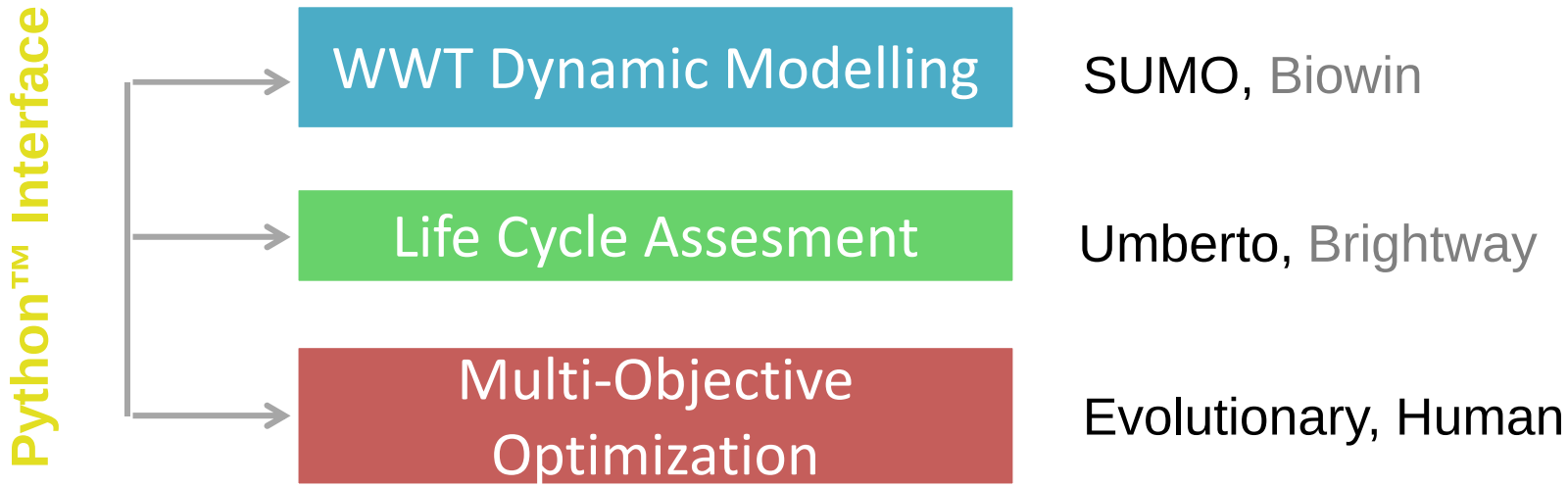
- **Tester l'effet cumulatif de la séparation à la source et de l'optimization de la STEP**

- **Identifier les "hot spots" en terme d'impact environnemental, les sources d'incertitude, et les besoins de recherche futurs**

Scenarios - évaluation

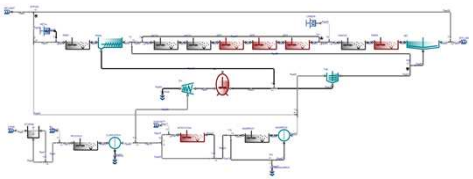
Challenge: connecting knowledge ! connecting software.

new developed framework



Scenarios : examples

- **Référence scénario**



- **Urine separation, transport (USS)**

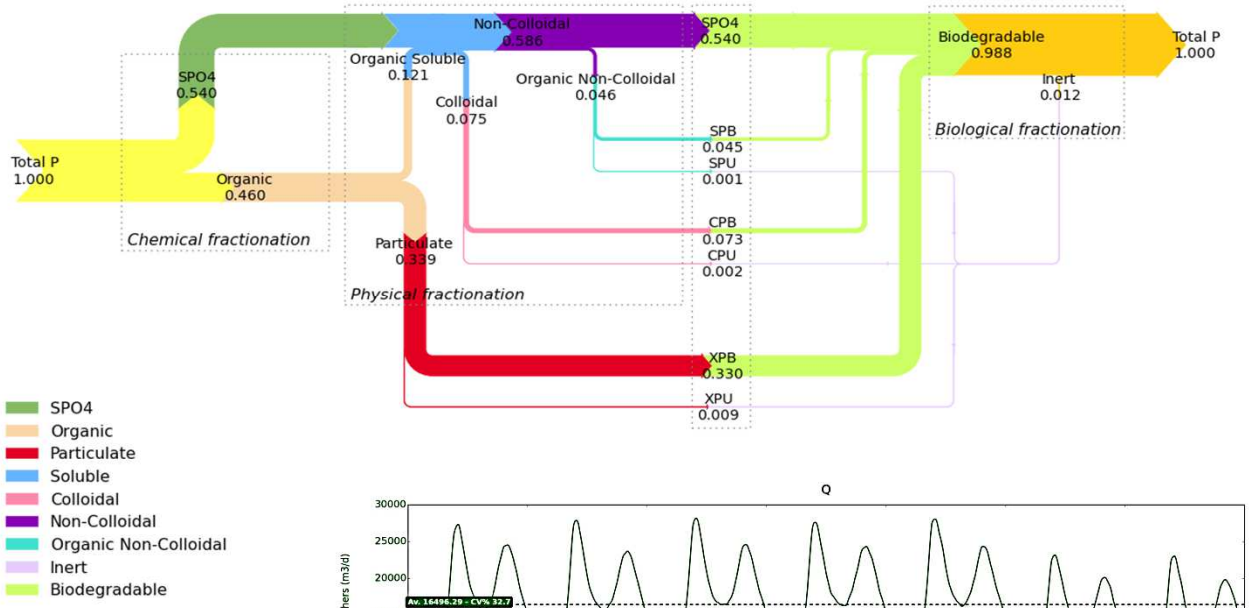
- **Enhanced primary treatment (EPC)**

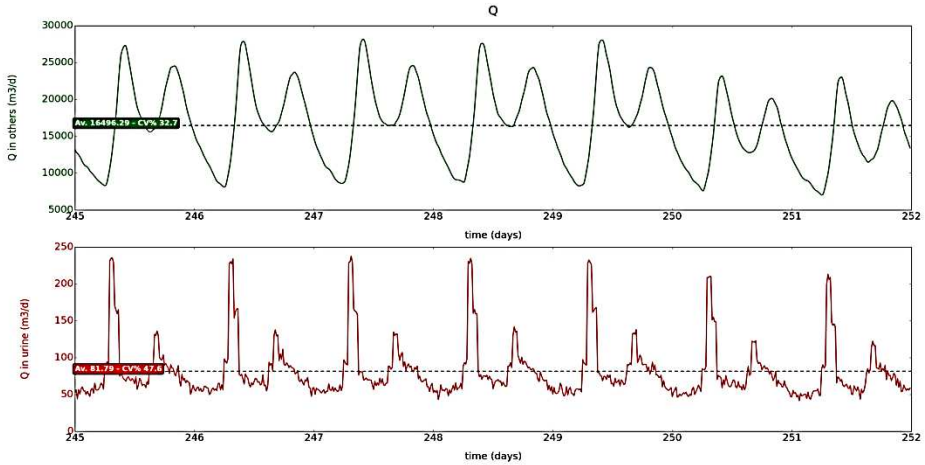
- **Urine treatment and valorisation**
  - **Direct use in agriculture**
  - **Struvite**
  - **Struvite + PN/A**
  - **Struvite + extraction NH_4SO_4**
  - *Nit + evapoconcentration*

Modéliser les systèmes d'épuration avec séparation à la source

Création d'un générateur d'influent dynamique

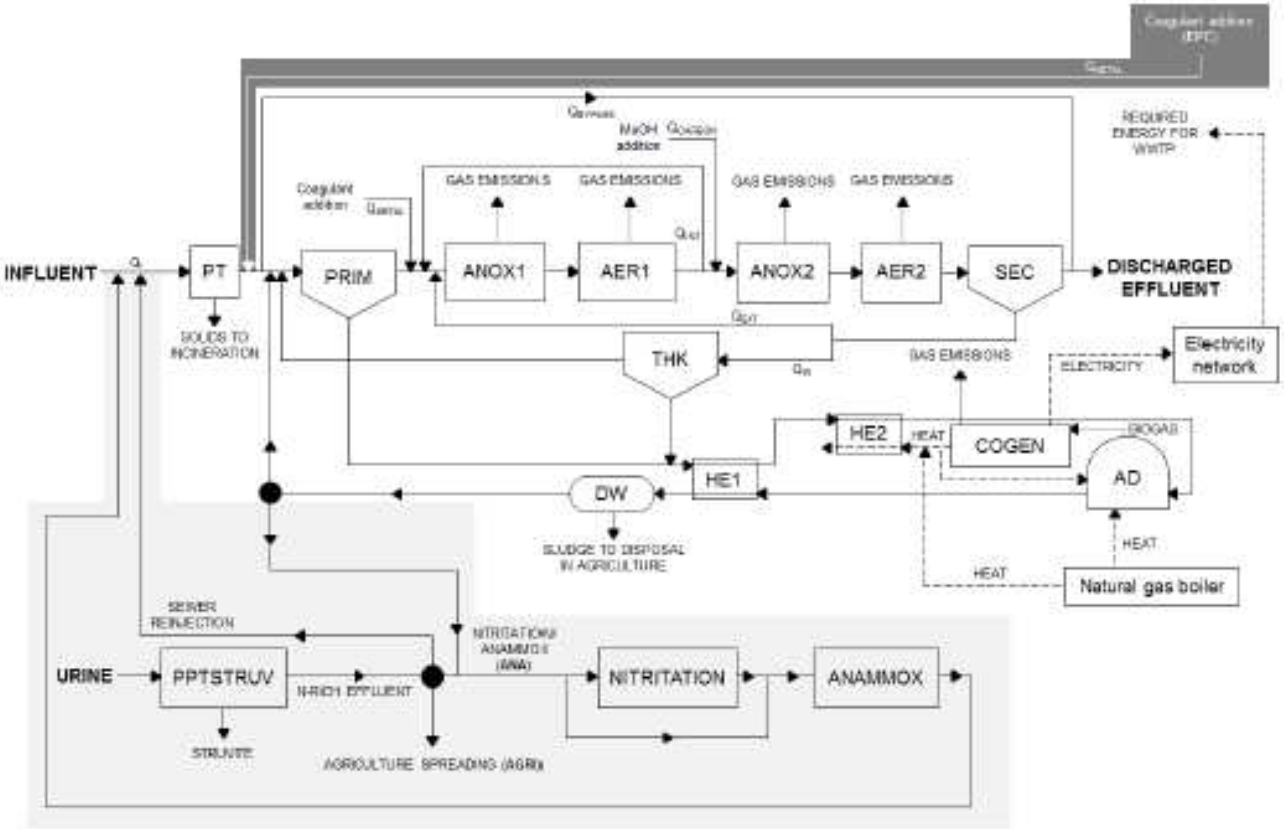
- fractionnement C, N, P
- effet taux de séparation





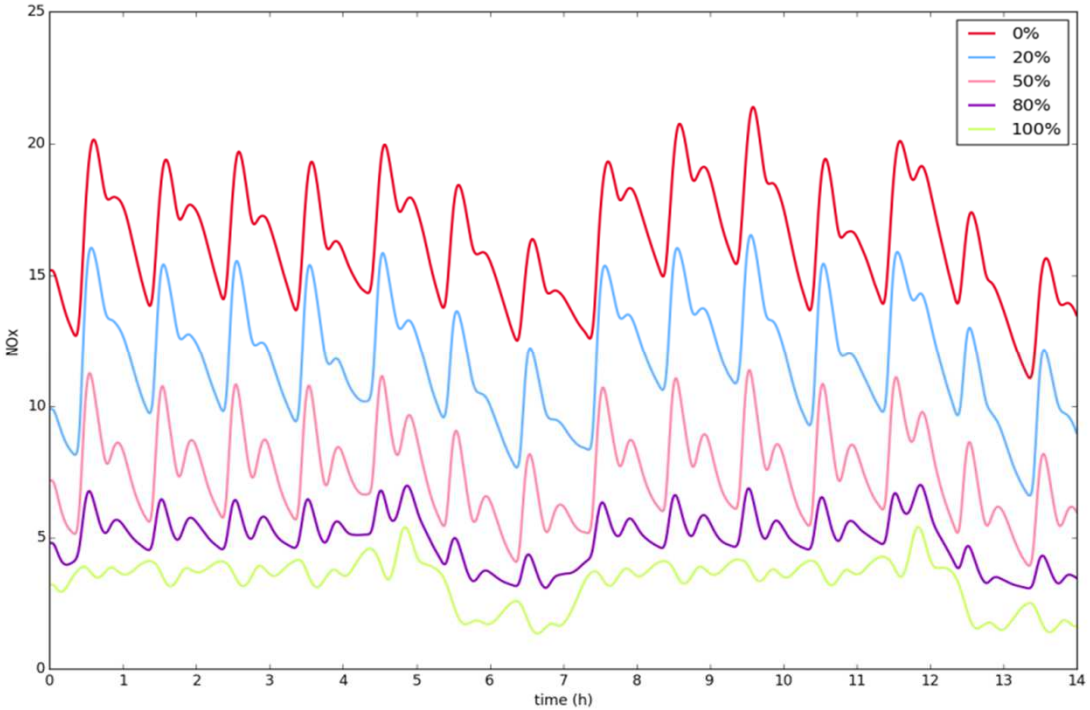
Une station d'épuration valorisant les flux d'urine

Modélisation dynamique (benchmark)



Modéliser les systèmes d'épuration avec séparation à la source

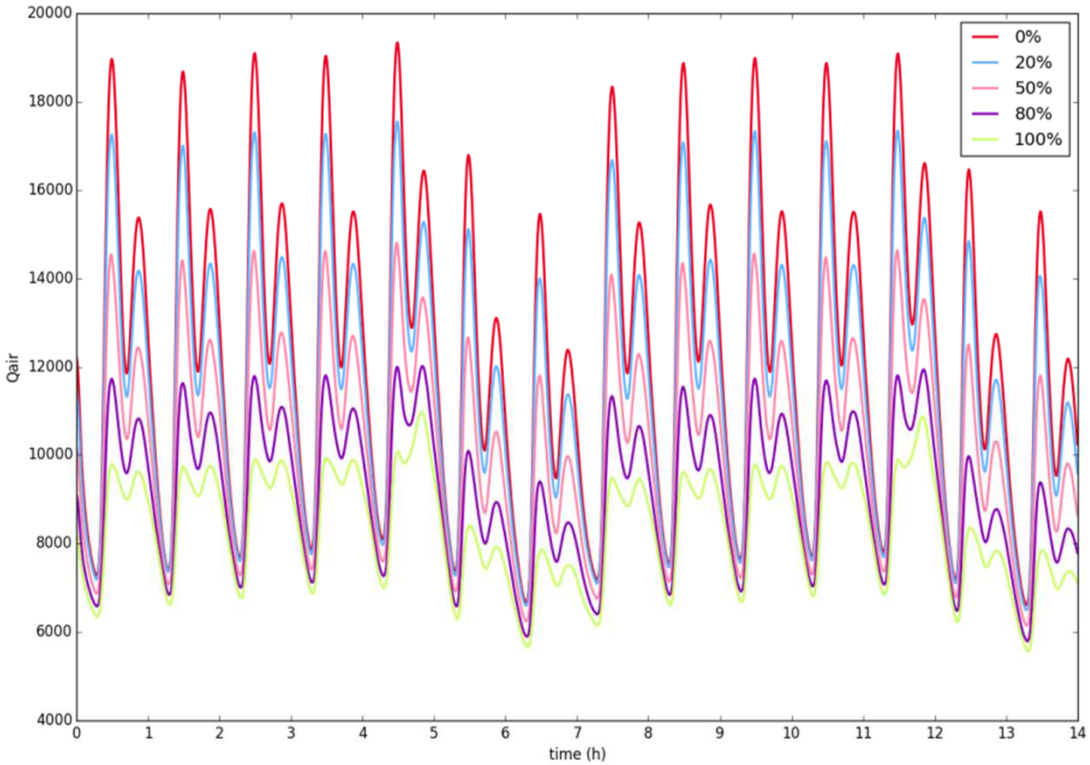
NO_x^-



- Quantification des réductions des rejets en nitrates et nitrites
- Effet du degré de séparation des urines

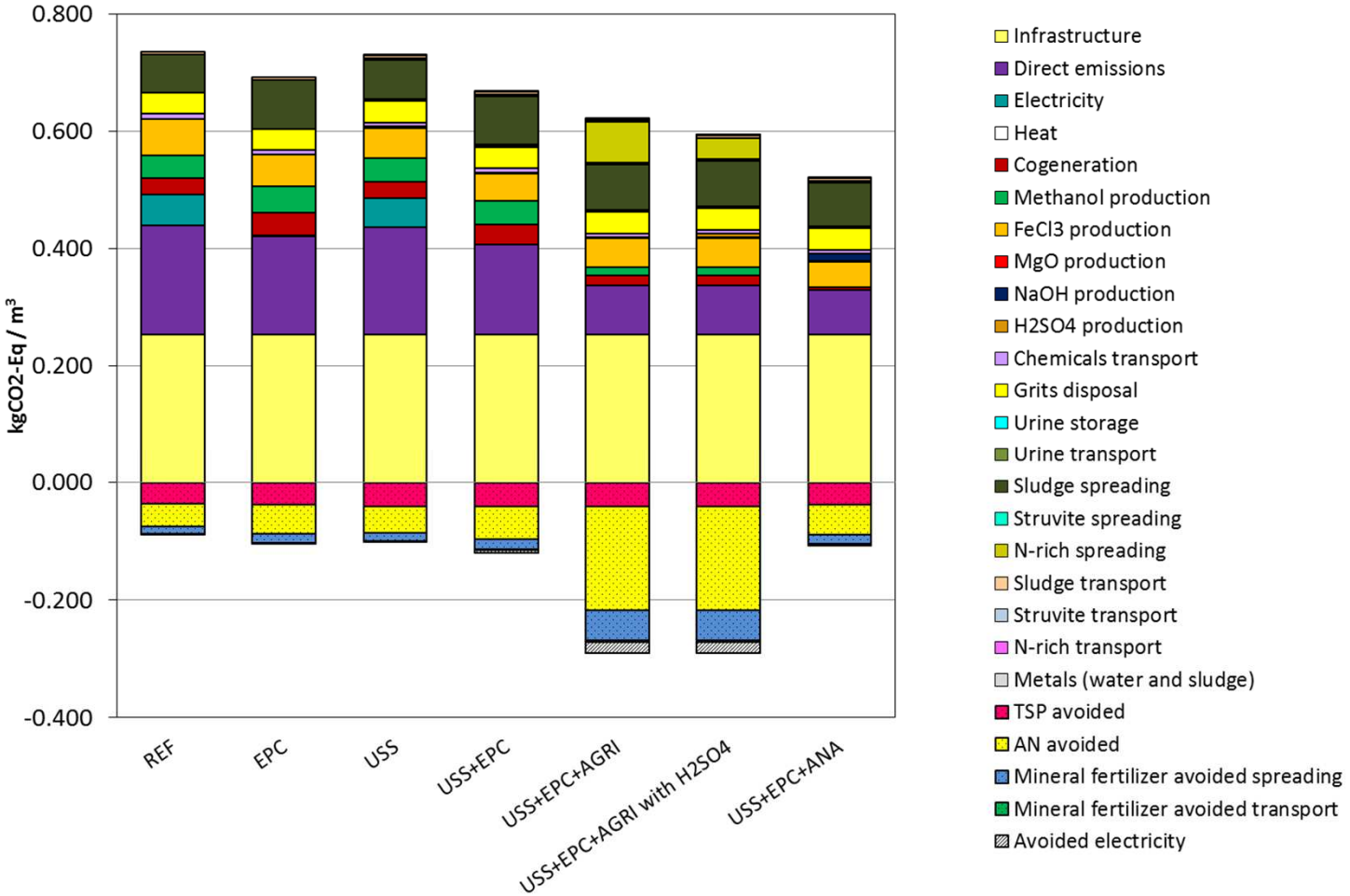
Modéliser les systèmes d'épuration avec séparation à la source

Air flow rate (m3/d)

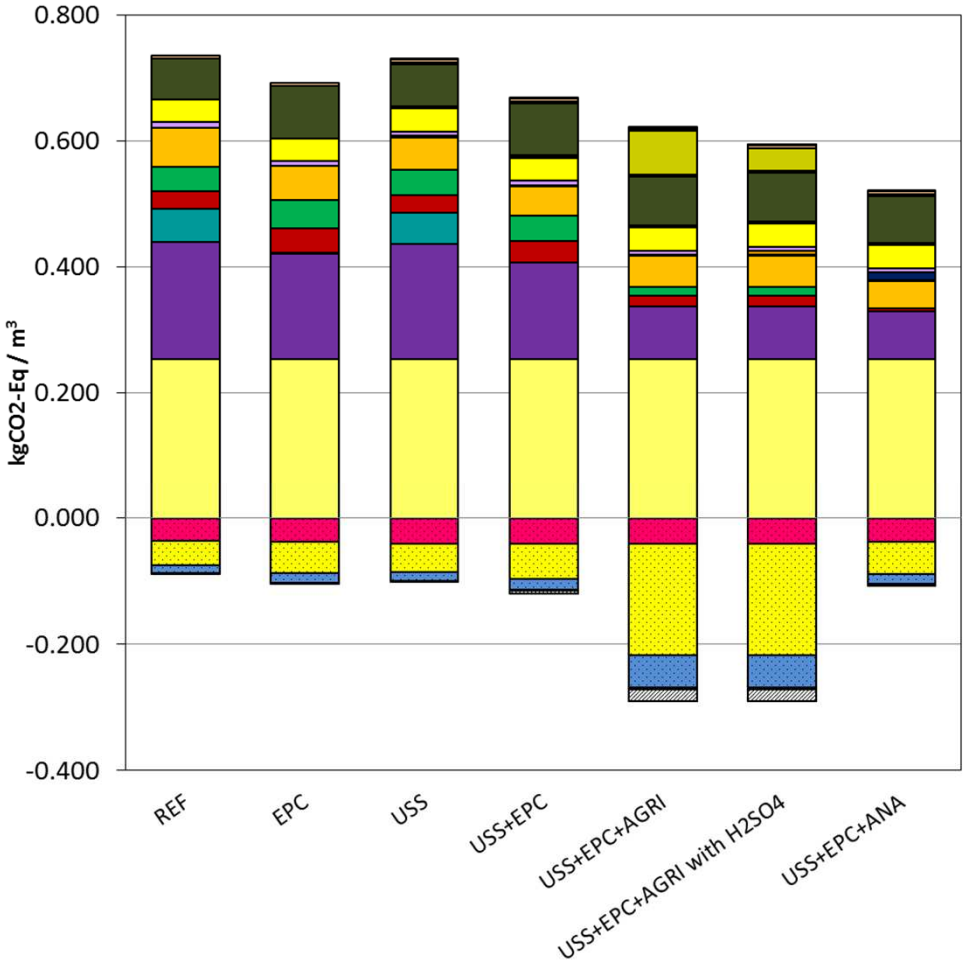


- Réduction des besoins en aération
- Effet du degré de séparation des urines sur les amplitudes et les valeurs maximales

Analyse des émissions de GES

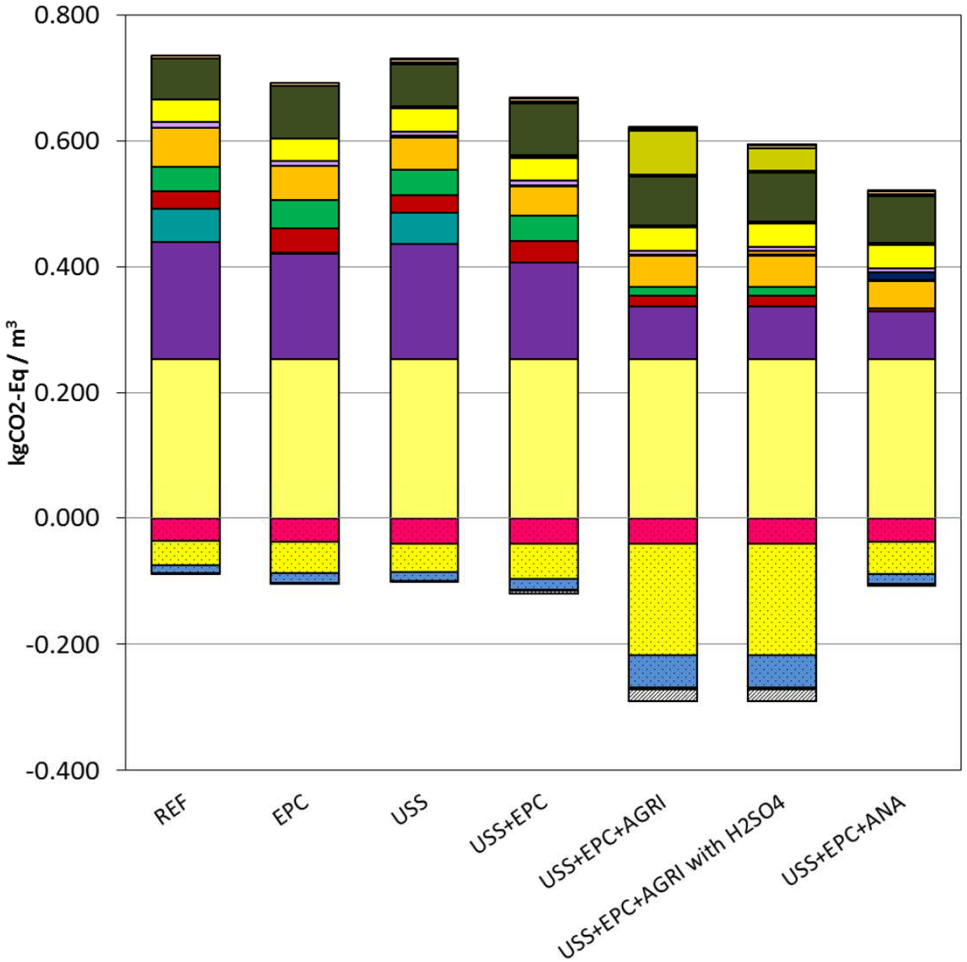


Analyse des émissions de GES



- **La séparation de 50% de l'urine permet de réduire de 60% les émissions directes de GES de la STEP**
- **Les effets majeurs sont dues aux diminutions : aeration, methanol, sels métaux, N_2O.**

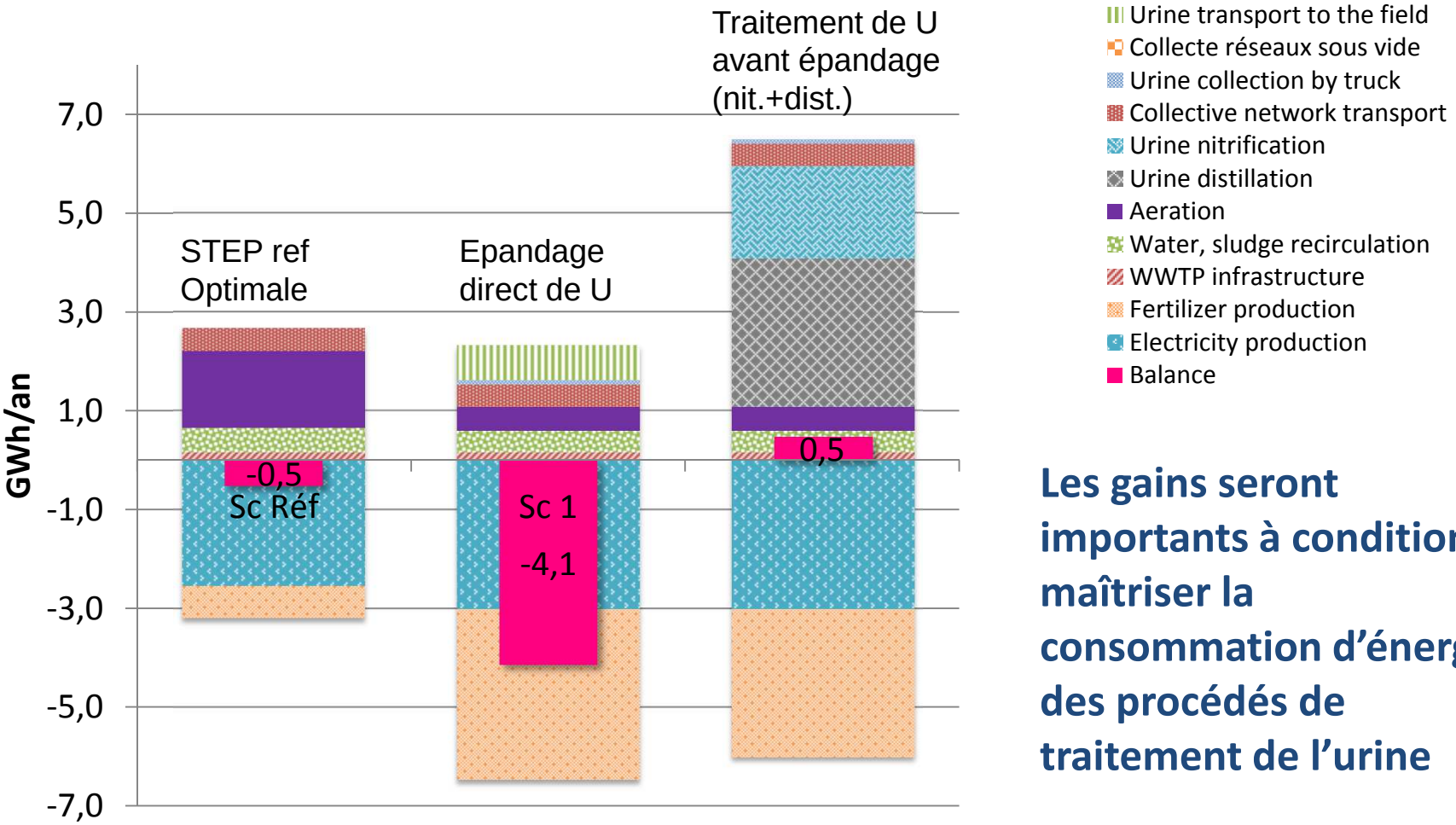
Analyse des émissions de GES



- **Le scénario de valorisation de l'azote en agriculture produit les effets globaux les plus importants : compensation de 80-85% des émissions opérationnelles**

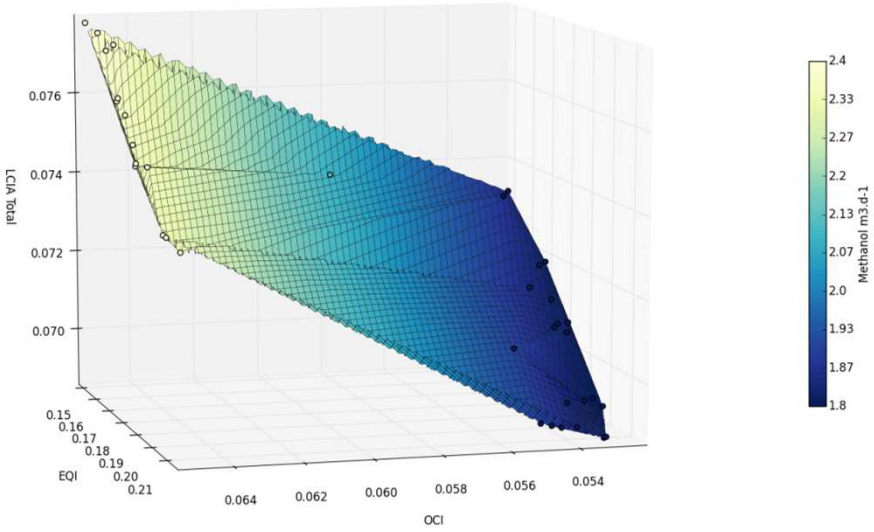
- **L'usage d'un produit tel que H_2SO_4 pour extraire et concentrer l'azote ne pénalise pas significativement car permet de réduire les volumes à épandre**

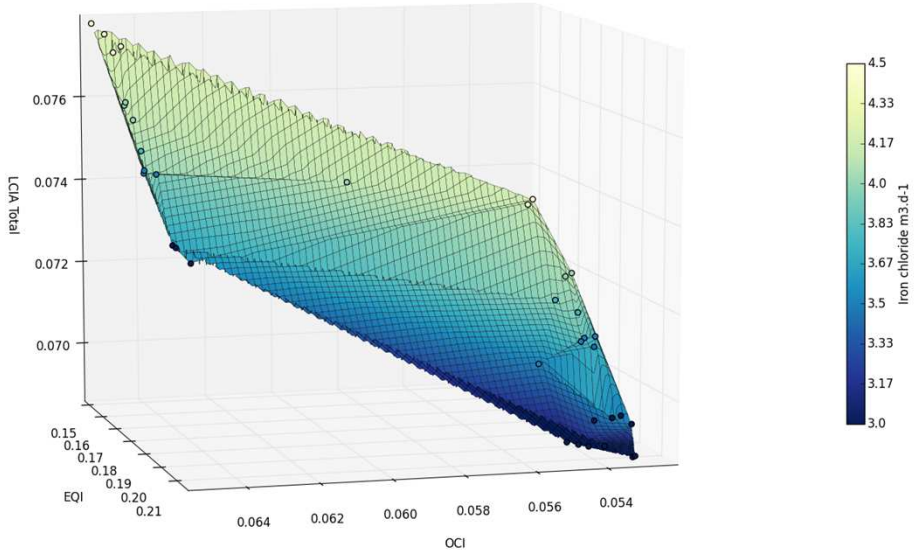
Energie bilans potentiels



Les gains seront importants à condition de maîtriser la consommation d'énergie des procédés de traitement de l'urine

Optimisation multi-objectifs





Les bénéfices de chaque scénario peuvent être analysés selon 3 critères:

- **performances d'épuration (EQI)**
- **coûts opératoires (OCI)**
- **impact environnemental (LCAx)**

Projet SMS

Séparation des Micropolluants à la Source

Lauréat 2015 appel à projet Agences-Onema

L. Cavaillé, E. Paul, Y. Bessiere, C. Guigui, E. Mengelle, M. Bounouba, C. Albasi, C. Joannis-Cassan, L. Etcheverry, E. Pinelli, F. Mouchet, J. Silvestre, L. Gauthier, O. Lorain, O. Delrieu, M. Rhouma, J. Depasse, B. Savart, A. Bonnheil, A. Soubieux, M. Vollot

Projet SMS

- **Evaluer les scénarios de séparation à la source pour une meilleure gestion des micropolluants : séparation des urines, des eaux noires et grises**

- **Caractériser les performances des technologies et permettre une comparaison avec l'existant**

- **Mesurer la diminution de l'écotoxicologie des effluents**

- **Evaluer l'acceptabilité de la filière**

Projet SMS

Construction d'une plateforme sur la STEP de Cugnaux, Portet sur Garonne (Smivom de la Saudrune)

Projet SMS

Développement de toilettes séparatives

- Evacuation par aspiration
- Très faible dilution

En charge des urinoirs des fans zones de l'UEFA 2016

Projet SMS

Procédés de traitement
eaux noires, eaux grises, urine

- Bioréacteur à membranes
- Digestion anaerobie + traitement thermophile
- Ozonation
- Système expérimental mésocosme
- *Struvite*
- *Membrane extraction*

Conclusions

- Un réseau d'acteurs s'organise pour développer des outils d'évaluation des scénarios de séparation à la source
- Une plateforme d'essai pour tester de nouvelles technologies, et préparer les démonstrations
- Des opportunités pour des entreprises (PME) souhaitant développer de nouveaux produits ou procédés
- Une implication et un intérêt croissant des collectivités et des institutions

Merci

Spérandio Mathieu

sperandio@insa-toulouse.fr

Université de Toulouse