



# Assemblée générale du SOERE PRO

Vendredi 16 juin 2017, Paris



# Valorisation des urines comme source d'azote pour les plantes : une expérimentation en serre

Tristan MARTIN, Sabine HOUOT, Florent LEVAVASSEUR, Fabien ESCULIER





## Plan de la présentation



# Contexte et Enjeux

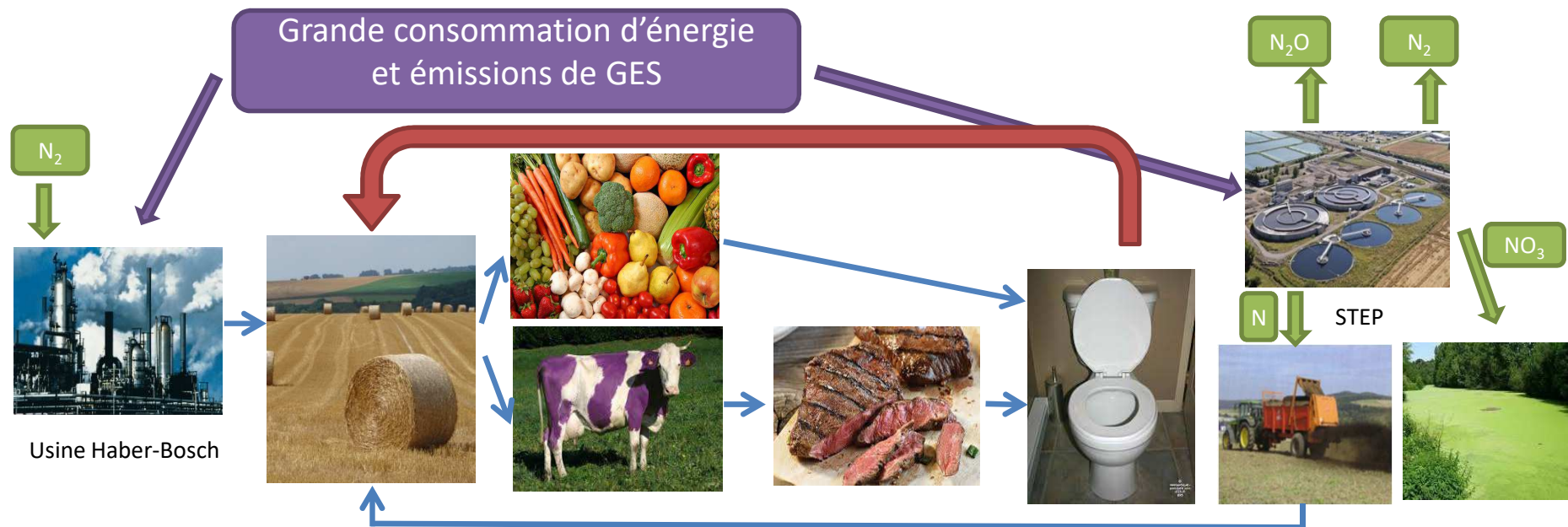
## Contexte en agriculture et en assainissement

### Agriculture :

- Azote indispensable aux cultures
- Les engrais azotés sont produits par le procédé Haber-Bosch

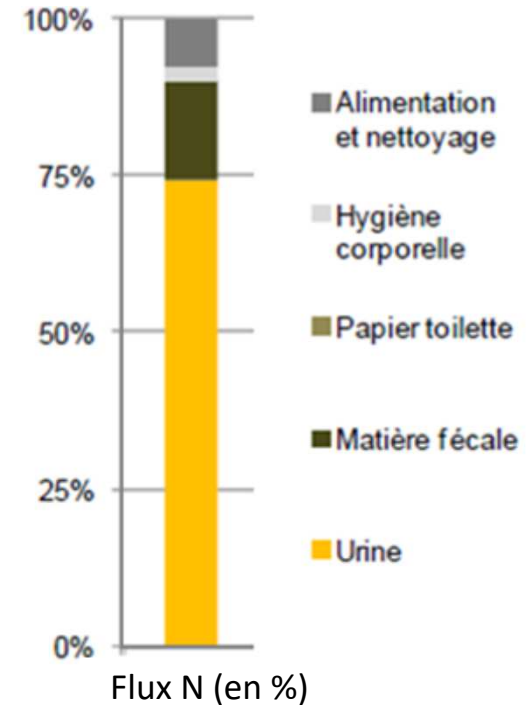
### Assainissement :

- Modèle actuel : Tout-à-l'égout
- Azote considéré comme un polluant de l'eau
- Recyclage actuel : seulement **4 % de l'azote** en IDF (*Esculier et al. soumis*)

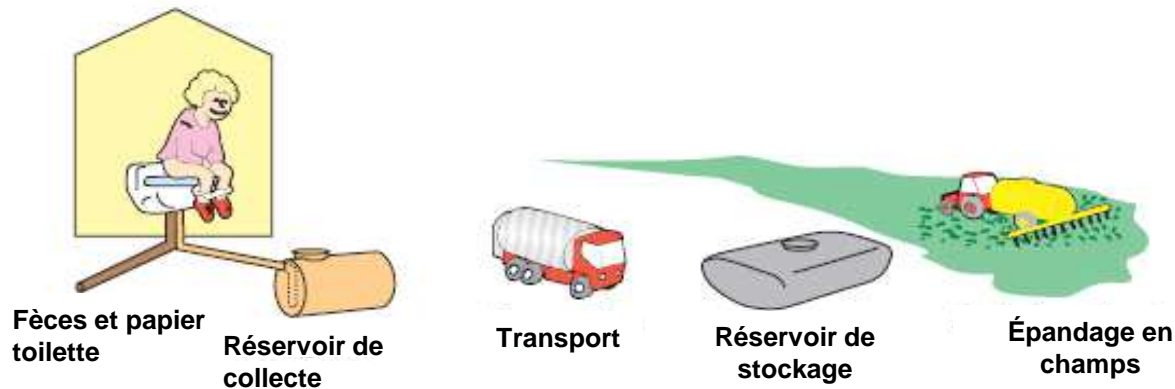


### Pourquoi recycler les urines ?

- **75 % du flux d'azote** des eaux usées domestiques
- Quantités excrétées: 2,5 à 4,3 kgN.pers<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> (Karak et al. 2011)
- En IDF, les excréments représentent **140 % des besoins en engrais azotés**
- Une faible contamination en organismes pathogènes et en métaux (Kirchmann et al. 1995, Richert et al. 2011, Larsen et al. 2013)



(Boutin et al. 2015)





## Contexte et Enjeux

### État de l'art

- Différents systèmes alternatifs installés en Europe depuis les années 90 (*Johansson et al. 2000, Larsen et al. 2007, Etter et al. 2015*)
- Quelques essais de valorisation agronomique (*Johansson et al. 2000, Larsen et al. 2007, Simons 2008, Bonvin et al. 2015*)
- Un intérêt grandissant en France
- Mais manque de références



## Contexte et Enjeux

### Objectifs scientifiques

#### Hypothèses :

- L'azote contenu dans les urines pourrait être utilisé comme engrais azoté
- Cet azote est sous forme minérale, l'efficacité d'utilisation devrait donc être proche de celle des engrais chimiques

**Quels sont les effets de l'utilisation des urines humaines en tant que source d'azote sur le développement des plantes et sur la dynamique de l'azote dans le sol ?**

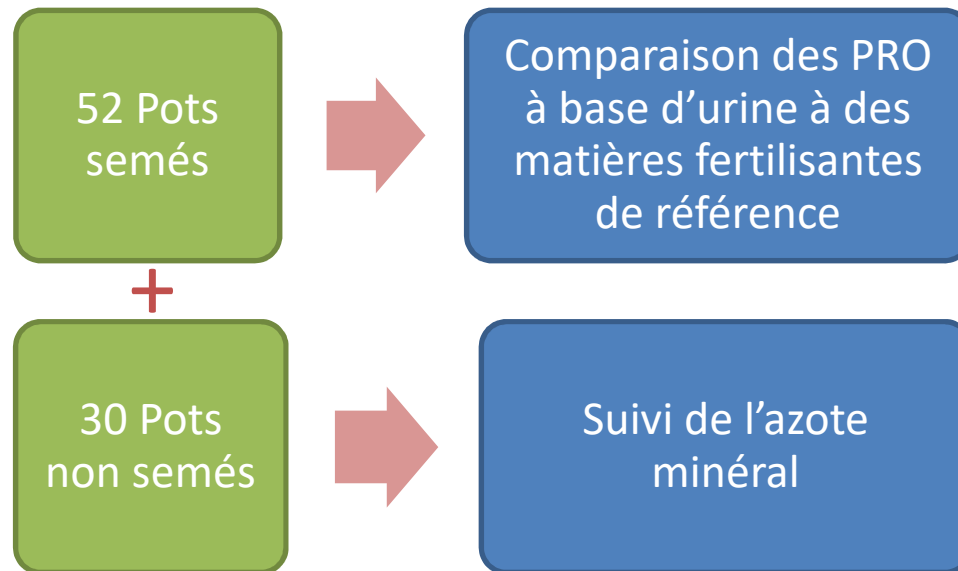


## Matériel et Méthode

### Principe général de l'expérimentation

- Expérimentation en serre
- Protocole défini à partir d'un état de l'art

#### 2 Sous-essais :







## Matériel et Méthode

### Culture et Substrat

#### Culture :

- Ray-grass anglais (*Lolium Perenne*)
- Produit beaucoup de biomasse en peu de temps



#### Substrat :

- Sol de l'expérimentation QualiAgro (Feucherolles, 78)
- Prélevé sur parcelle témoin
- Pas de carence apparente





# Matériel et Méthode

## PRO

### Les différents produits utilisés :



*Solution azotée*



*Compost DV*



*Compost + Urine*



*Urine*



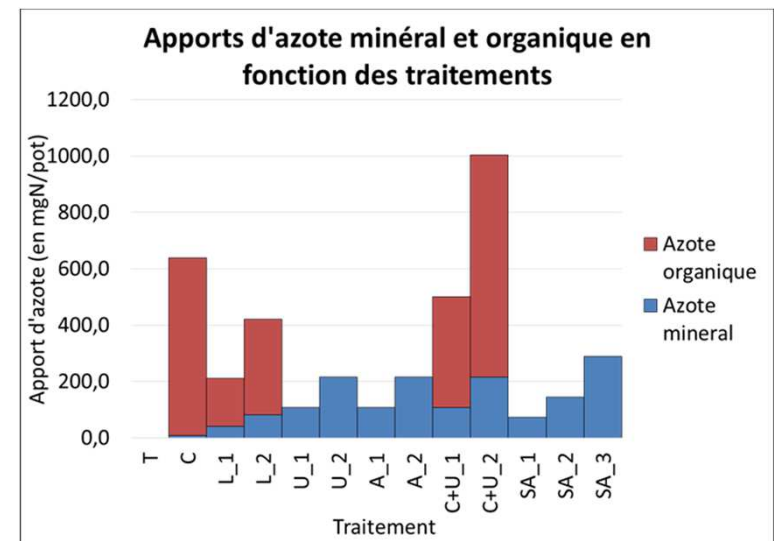
*Aurin*



*Lisier*

### Les différents traitements réalisés :

Traitement	Dose		
	1	2	3
Compost	C	/	/
Lisier	L_1	L_2	/
Urine	U_1	U_2	/
Aurin	A_1	A_2	/
Compost+Urine	C+U_1	C+U_2	/
Solution azotée	SA_1	SA_2	SA_3

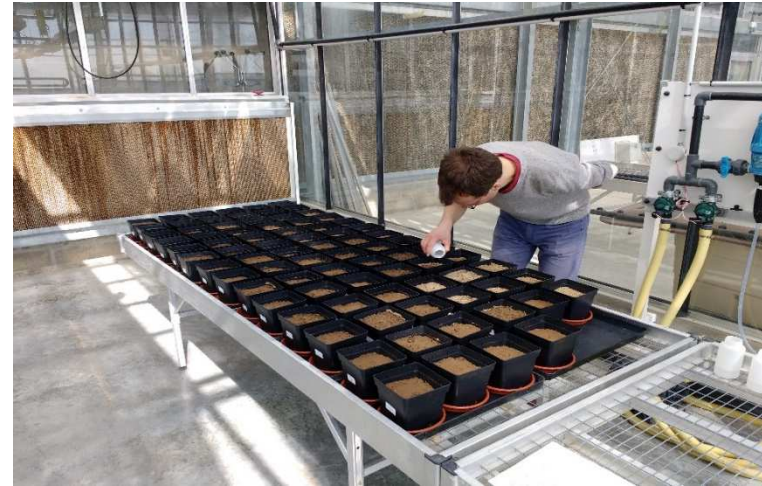




## Matériel et Méthode

### Dispositif expérimental

- Incorporation au sol
- Conditions contrôlées (Température, Irrigation)
- 4 répétitions pour chaque traitement
- 3 coupes de biomasse (21, 40 et 56 jours)





## Matériel et Méthode

### Coefficients (COMIFER, 2013)

- Coefficient apparent d'utilisation de l'azote :

$$CAU = \frac{N_{exp\ Traitement} - N_{exp\ Temoin}}{N\ apporté\ Traitement}$$

- Coefficient d'équivalence engrais :

$$KeqN = \frac{CAU\ Traitement}{CAU\ Solution\ Azotée}$$

# Résultats et Discussion

## Biomasse

- Bonne réponse à l'azote sauf doses fortes de solution azotée
- Peu d'azote disponible pour témoin et compost
- Doses fortes solution azotée équivalentes à dose 1 de lisier



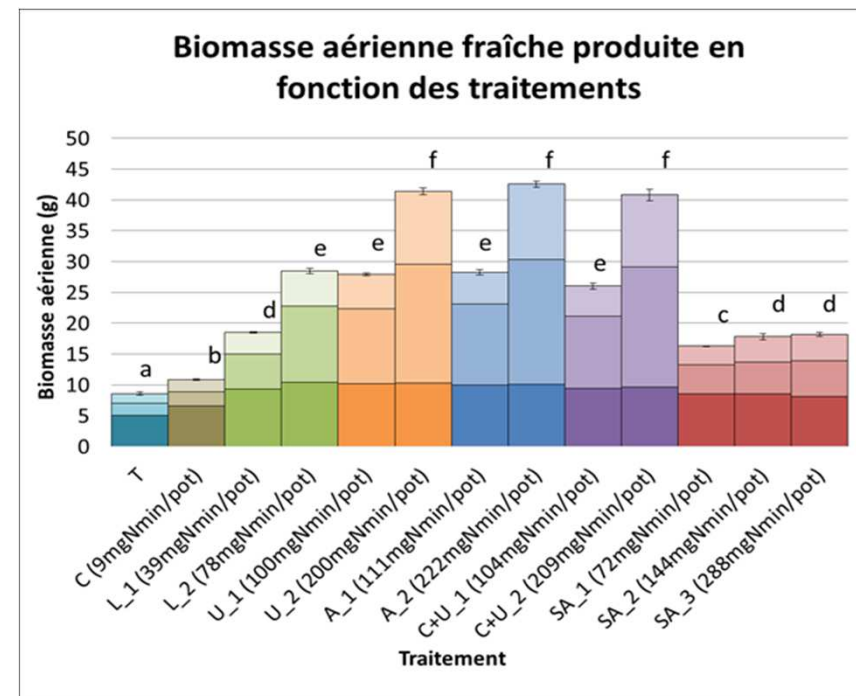
Témoin



Solution azotée  
dose 3



Urine dose 2

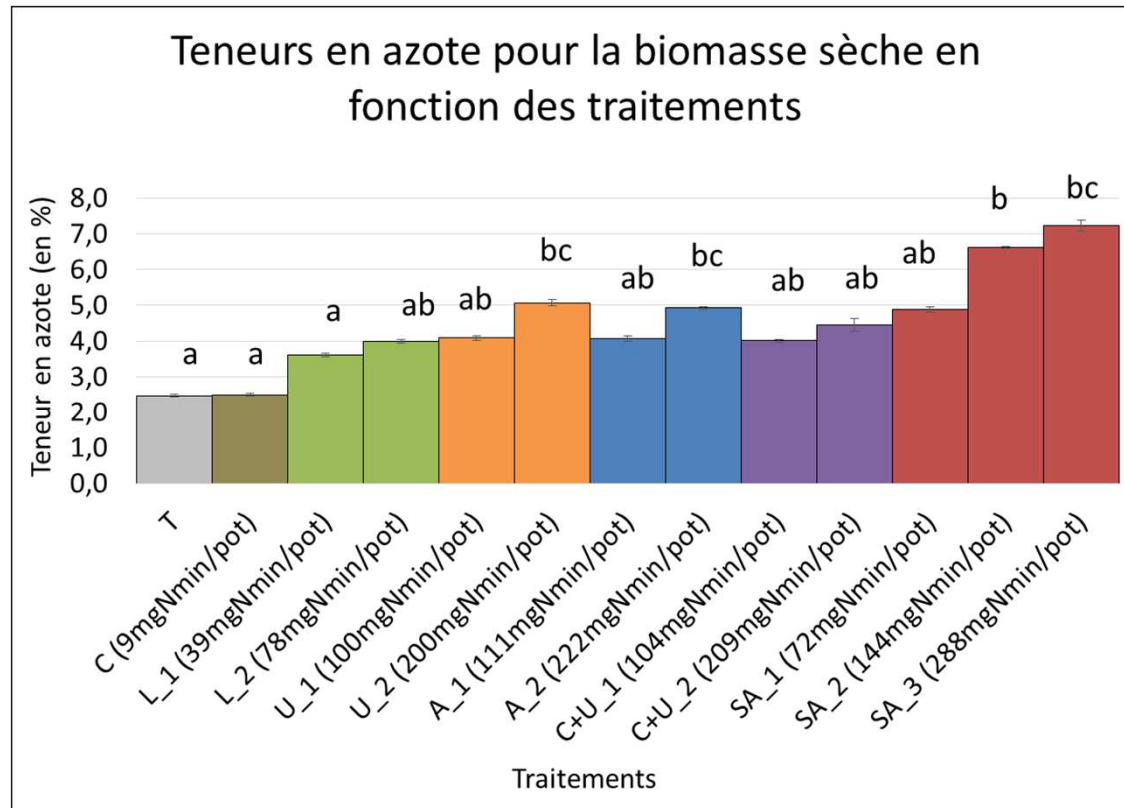




## Résultats et Discussion

### Teneurs en azote

- Teneurs augmentent avec apport d'azote minéral
- Fortes teneurs pour les traitements SA

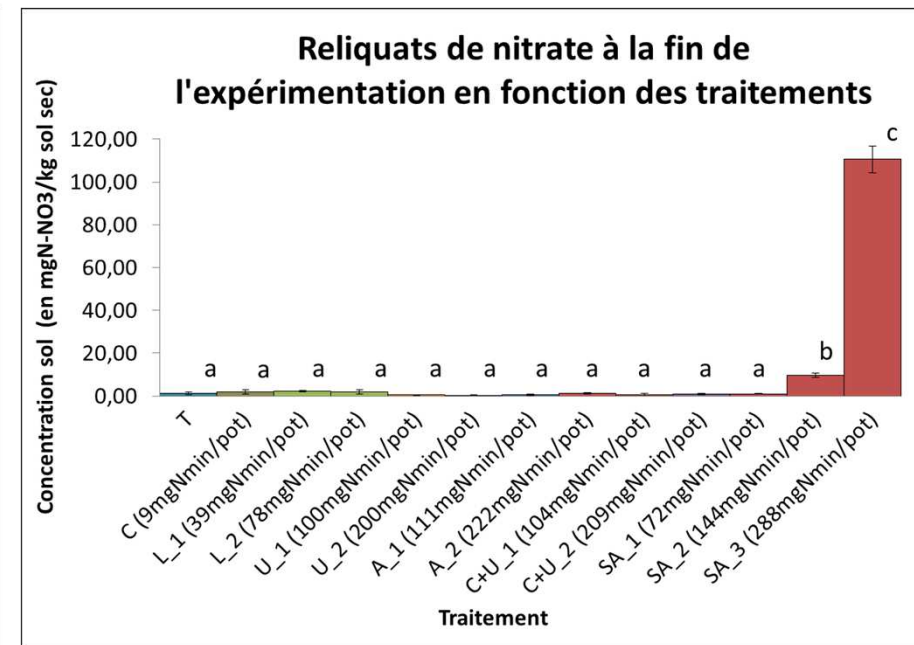
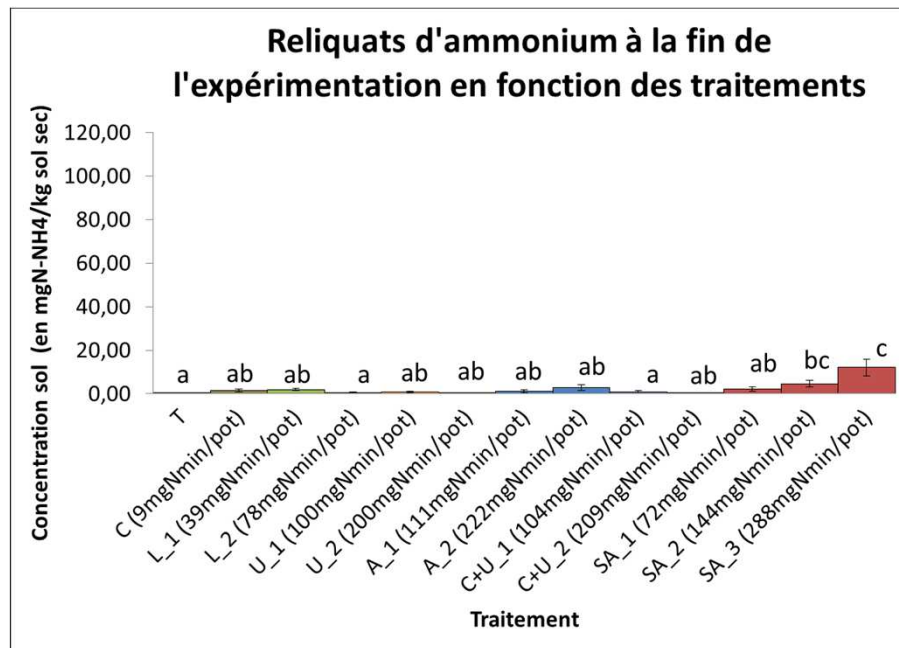




## Résultats et Discussion

### Reliquats d'azote minéral

- Nitrification de l'ammonium en nitrate
- Consommation des nitrates sauf pour les traitements SA\_2 et SA\_3





# Résultats et Discussion

## Bilan de l'azote

- Très bons CAU pour les PRO à base d'urine et SA\_1
- Efficacité équivalente avec l'engrais chimique
- Phénomènes d'organisation et de minéralisation
- Problème des doses fortes de SA → Carence autre élément ?

Traitement	Apport Azote (en mgN.pot <sup>-1</sup> )	Fraction minéral apport (en %)	CAU (en %)	KeqN (en %)
T	0	/	/	/
C	630	1%	0%	0%
L_1	170	23%	33% a	33% a
L_2	339		31% a	31% a
U_1	121	83%	85% (103% min) b	86% b
U_2	242		86% (103% min) b	77% b
A_1	111	100%	98% b	99% b
A_2	222		93% b	94% b
C+U_1	436	24%	17% (84% min) c	17% c
C+U_2	872	24%	20% (84% min) c	20% c
SA_1	72	100%	99% b	/
SA_2	144		80%	/
SA_3	288		47%	/





## Conclusions et perspectives

- Un intérêt agronomique certain
- Une efficacité très proche des engrais chimiques

### Suite du stage :

- Un essai de volatilisation prévu au mois de juillet
- Modélisation





## MERCI DE VOTRE ATTENTION

### Références :

Bonvin, C., Etter, B., Udert, K.M. et al. (2015). Plant uptake of phosphorus and nitrogen recycled from synthetic source-separated urine. *Ambio* 44, S217–S227.

Boutin, C., Eme, C. (2015). Domestic Characterization by Emission Source. 13<sup>ème</sup> congrès spécialisé IWA sur les systèmes d'eaux usées.

COMIFER (2013). Calcul de la fertilisation azotée. Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales. Cultures annuelles et prairies. Édition 2013.

Esculier, F., Le Noë, J., Barles, S et al. (soumis). The biogeochemical imprint of human metabolism in Paris Megacity: a regionalized analysis of a water-agro-food system. *Journal of Hydrology*.

Etter, B., Udert, K.M., and Gounden, T. (2015). VUNA Final Report - Valorisation of Urine Nutrients

Johansson, M., Jönsson, H., Höglund, C. et al. (2000). Urine Separation - Closing the Nutrient.

Karak, T., and Bhattacharyya, P. (2011). Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture: A flight of fancy or an achievable reality. *Resour. Conserv. Recycl.* 55, 400–408.

Kirchmann, H., and Pettersson, S. (1994). Human urine-chemical composition and fertilizer use efficiency. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 40, 149–154.

Larsen, T.A., and Lienert, J. (2007). Novaquatis final report. NoMix – A new approach to urban water management.

Larsen, T.A., Udert, K.M., and Lienert, J. (2013). Source separation and decentralization for wastewater management (IWA Publ).

Richert A., Robert G., Håkan. Et al. (2011). *Conseils Pratiques pour une Utilisation de l'Urine en Production Agricole* (Stockholm Environment Institute).

Simons, J. (2008) *Eignung nährstoffreicher Substrate aus zentraler & dezentraler Abwasserbehandlung als Düngemittel.*

