Colloque de restitution

Pourquoi utiliser l'urine humaine en agriculture ?

Fabien ESCULIER

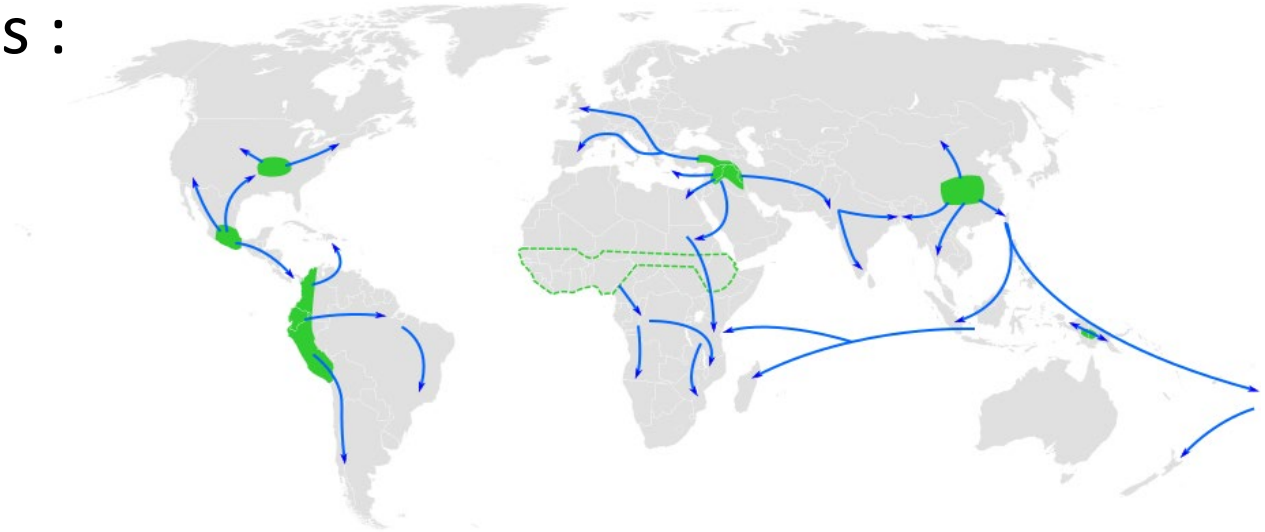
Sabine HOUOT

31 janvier 2022

Quel rôle de l’urine dans l’émergence de l’agriculture ?

Quel rôle de l'urine dans l'émergence de l'agriculture ?

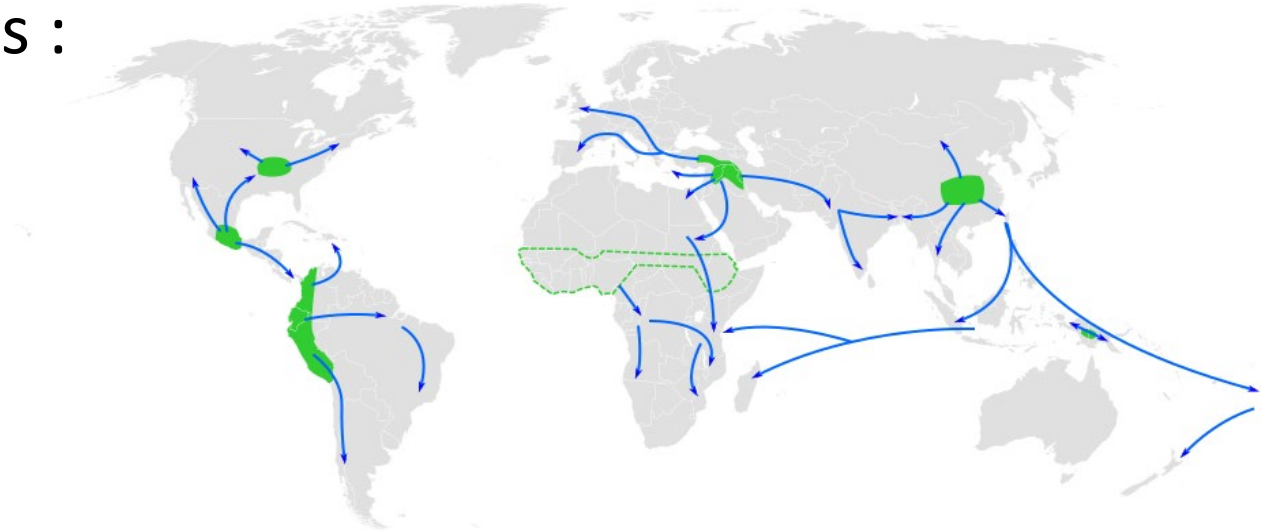
- Communautés sédentaires => engraissement des sols par les excrétions :
  - urines,
  - fèces,
  - biodéchets,
  - cendres,
  - etc.



Foyers d'apparition de l'agriculture, M & R 1998

Quel rôle de l'urine dans l'émergence de l'agriculture ?

- Communautés sédentaires => engraissement des sols par les excrétions :
  - urines,
  - fèces,
  - biodéchets,
  - cendres,
  - etc.



Foyers d'apparition de l'agriculture, M & R 1998

- Une hypothèse soutenue par de nombreux auteurs : Hahn, 1891 ; Maurizio, 1932 (cités par Dufour & Barles, 2021); Diamond, 1997; Mazoyer & Roudart, 1998…

La condition de l’humain agricole

La condition de l’humain agricole

Alimentation

La condition de l’humain agricole

Alimentation

Bilan annuel

OMS, 2007

3,4 kg N (protéines) ⟶

Besoin physiologique confortable

La condition de l'humain agricole

Alimentation

Excrétion

Bilan annuel

OMS, 2007

3,4 kg N (protéines) → → **3,4 kg N (85% urine surtout urée)**

Besoin physiologique confortable

Besoin physiologique confortable

La condition de l'humain agricole

Alimentation

Excrétion

Bilan annuel

OMS, 2007

3,4 kg N (protéines) → → **3,4 kg N (85% urine surtout urée)**

Besoin physiologique confortable

Besoin physiologique confortable

La condition de l'humain agricole

Alimentation

Excrétion

Bilan annuel

OMS, 2007

3,4 kg N (protéines) →

Besoin physiologique confortable

→ **3,4 kg N (85% urine surtout urée)**

Besoin physiologique confortable

3,4 kg N (par ex. urée) →

La condition de l'humain agricole

Alimentation

Excrétion

Bilan annuel

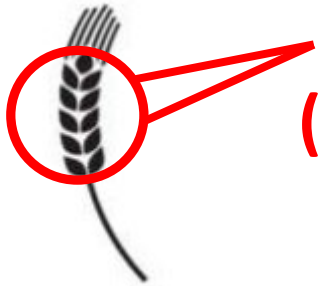
OMS, 2007

3,4 kg N (protéines) →

→ **3,4 kg N (85% urine surtout urée)**

Besoin physiologique confortable

Besoin physiologique confortable



1-3 kg N (protéines)

3,4 kg N (par ex. urée) →

La condition de l'humain agricole

Alimentation

Excrétion

Bilan annuel

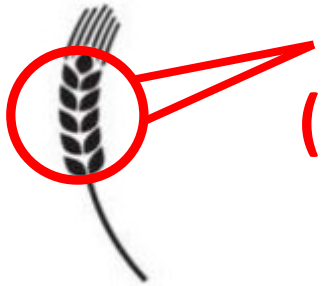
OMS, 2007

3,4 kg N (protéines) →

→ **3,4 kg N (85% urine surtout urée)**

Besoin physiologique confortable

Besoin physiologique confortable



1-3 kg N (protéines)

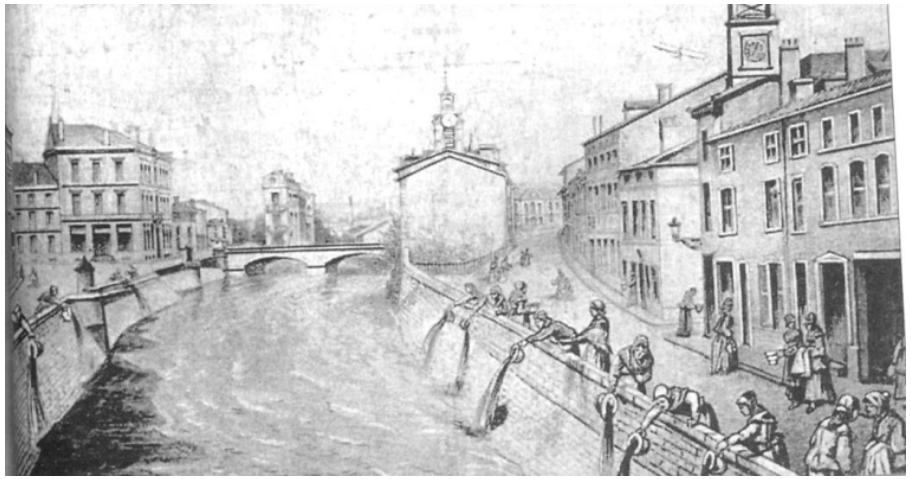
3,4 kg N (par ex. urée) →

Système alimentation/excrétion

Esculier, 2018

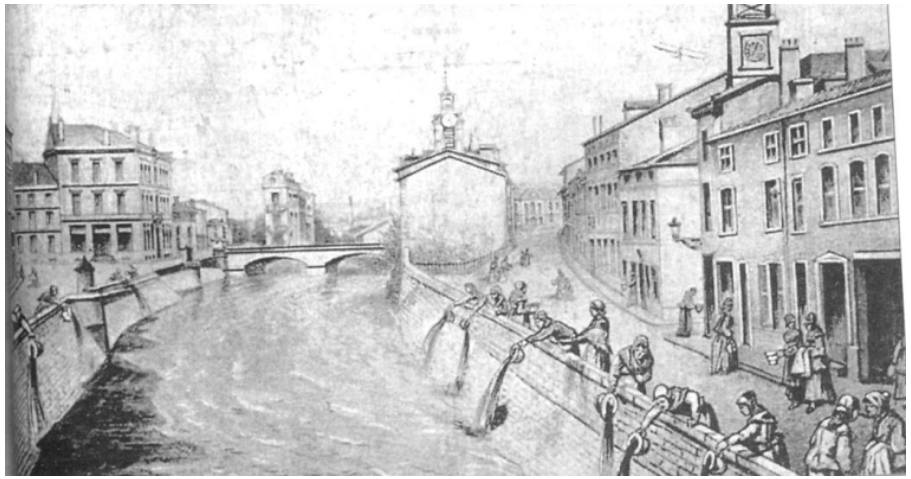
Intérêt croissant pour l’urine dans les villes françaises au cours du XIX^{e} siècle

Intérêt croissant pour l'urine dans les villes françaises au cours du XIX^{e} siècle

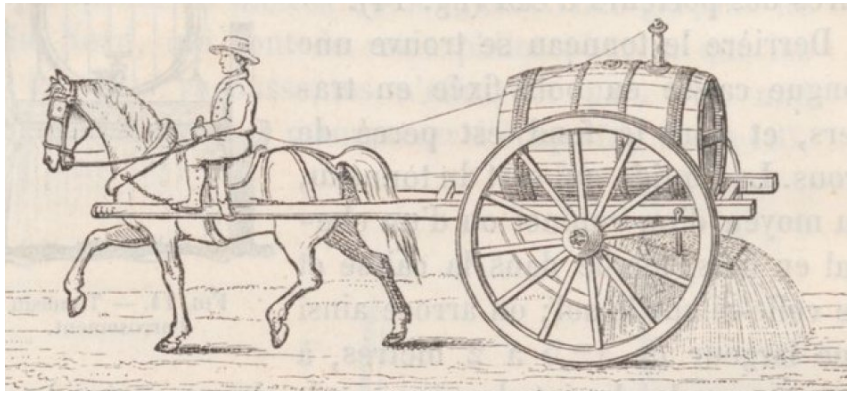


Epinal, XIXe
Adler, 2020

Intérêt croissant pour l'urine dans les villes françaises au cours du XIX^{e} siècle



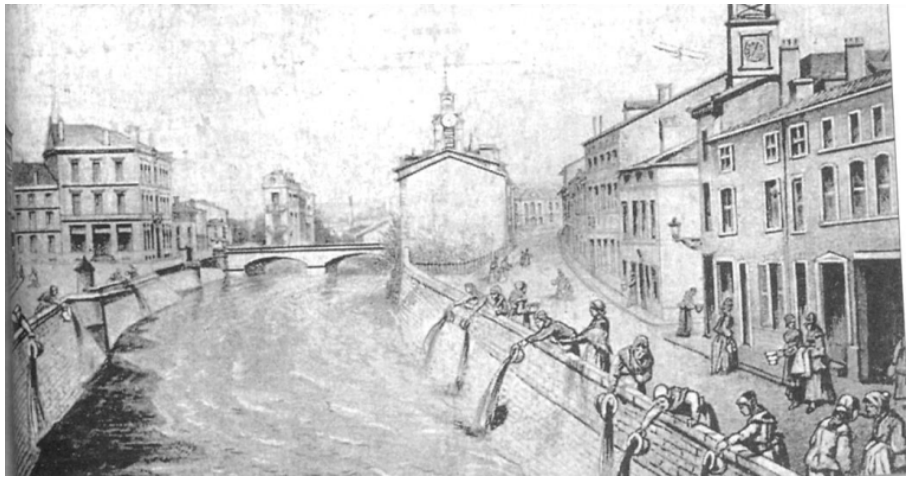
Epinal, XIXe
Adler, 2020



Flandres, XIXe
Liger, 1875

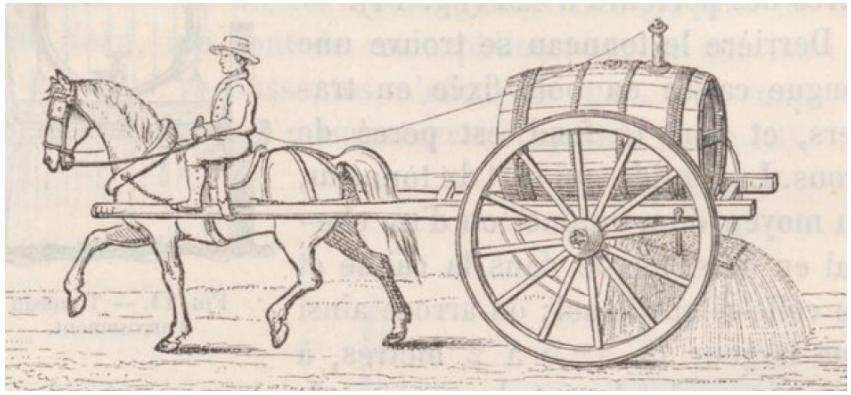
Paris, XIXe
Credit: Jacques Boyer/Roger-Viollet

Intérêt croissant pour l'urine dans les villes françaises au cours du XIX^{e} siècle



Epinal, XIXe
Adler, 2020

Paris, XIXe
Credit: Jacques Boyer/Roger-Viollet



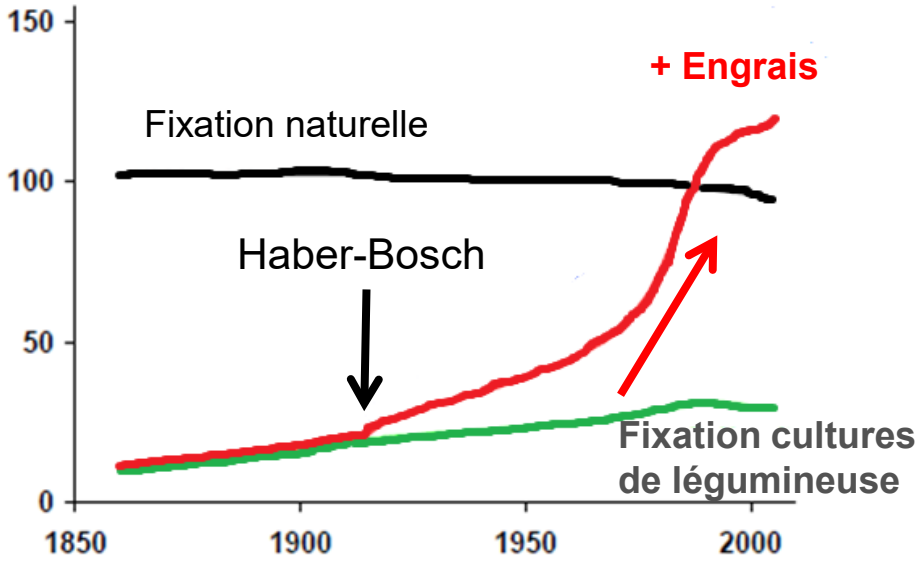
Flandres, XIXe
Liger, 1875

~50% de recyclage de l'azote des excrétions des Parisiens au début du XXe siècle !

Esculier & Barles, 2019

Anthropocène : ressources fossiles

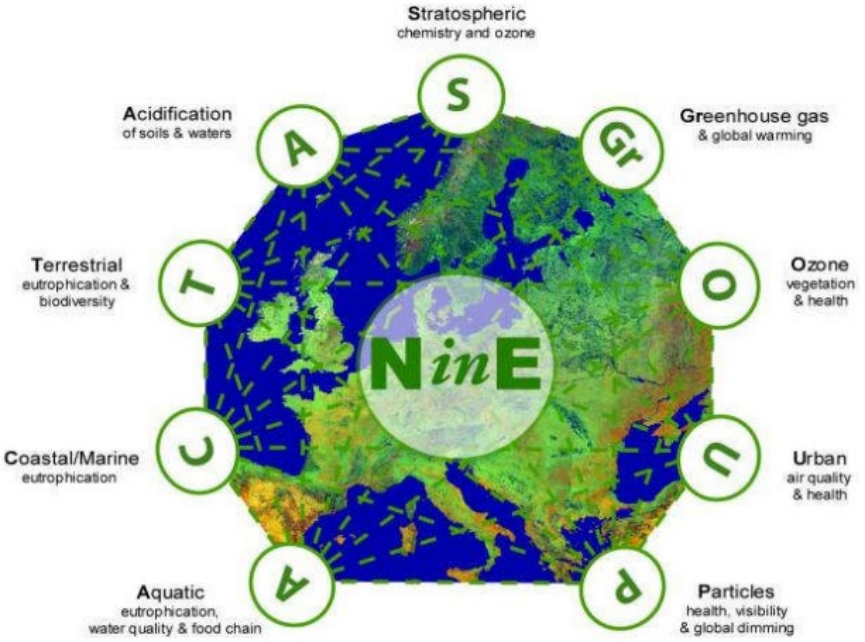
Introduction d'azote réactif (Tg N/an)



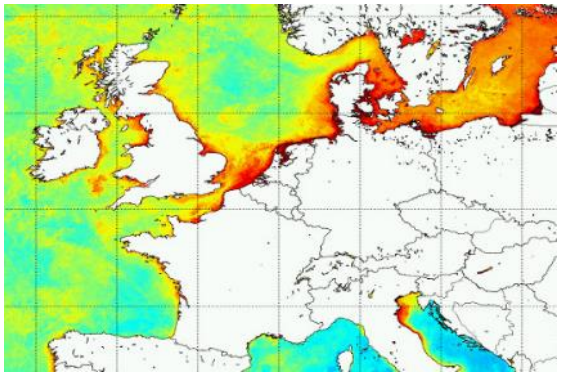
(adapté de Galloway et al., 2003 et Billen et al., 2015)

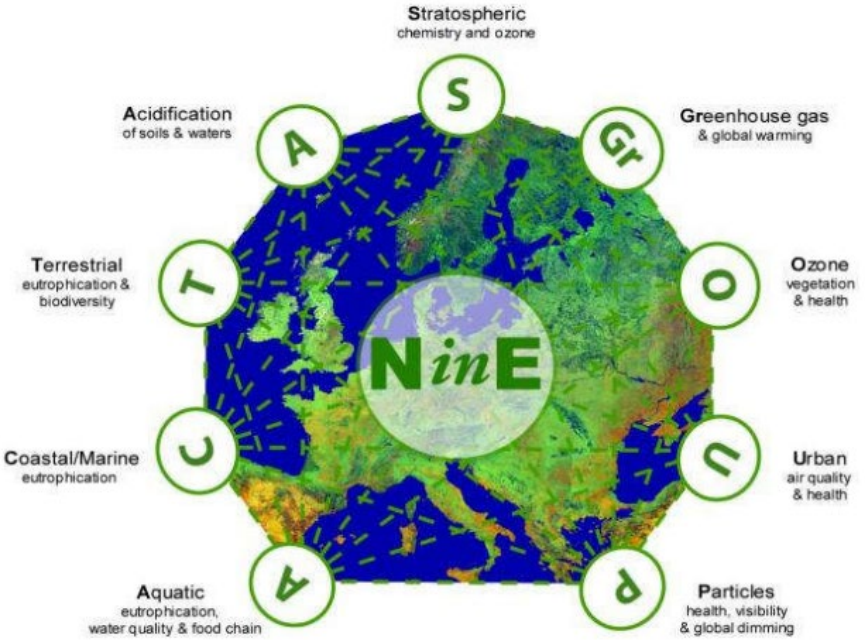
Usine Yara au Havre, ouverture fin années 60

Les neuf plaies de l'azote



Les neuf plaies de l'azote

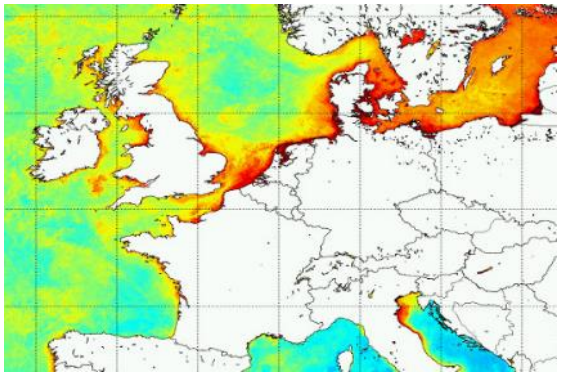


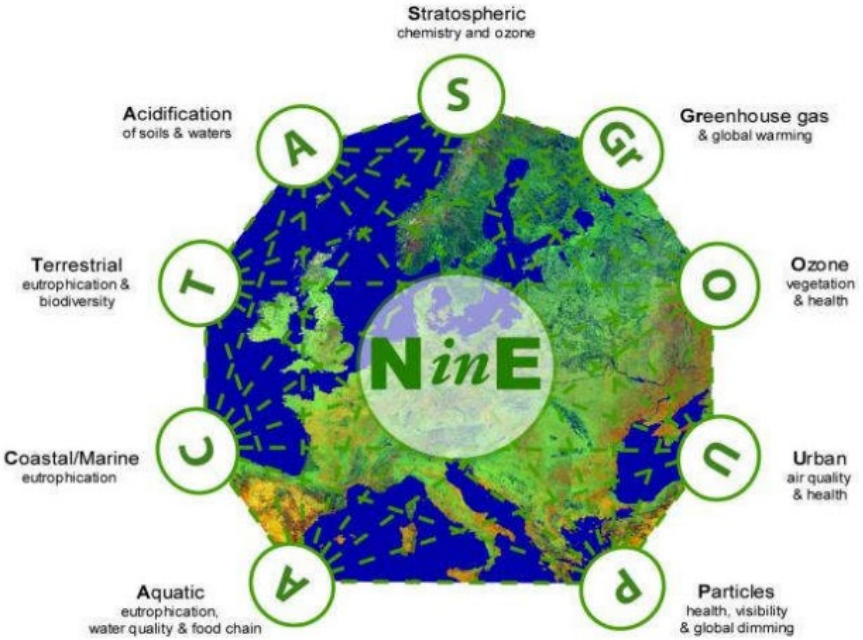


Marées vertes

Mortalité de poissons

Les neuf plaies de l'azote



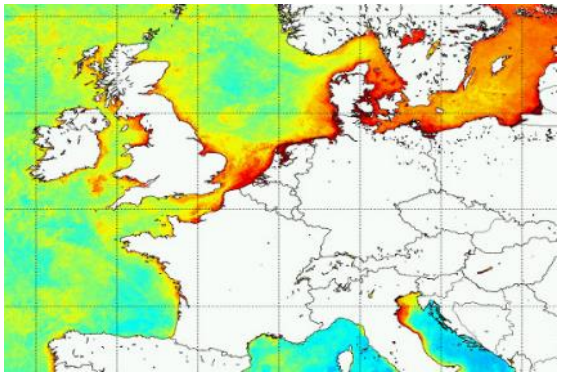


1 captage fermé chaque semaine !

Marées vertes

Mortalité de poissons

Les neuf plaies de l'azote



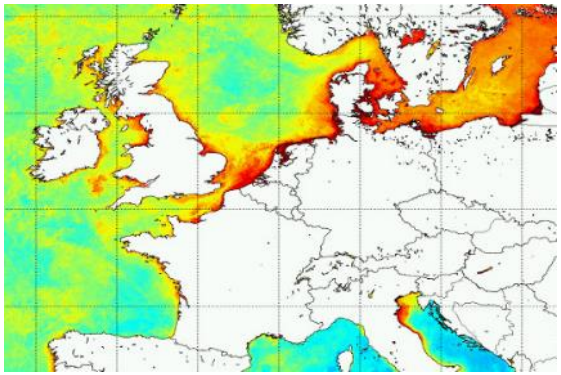
1 captage fermé chaque semaine !

Marées vertes

Mortalité de poissons

Les neuf plaies de l'azote

N_2O



1 captage fermé chaque semaine !

Marées vertes

Mortalité de poissons

Le système alimentation/excrétion des sociétés industrielles occidentales

Esculier , Le Noë, *et al.*, 2018

kgN/pers/an

Paris, 2013

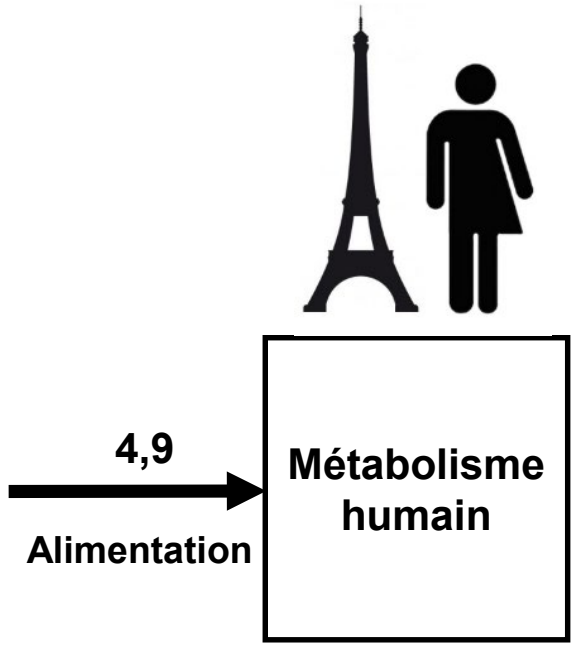
Métabolisme humain

Le système alimentation/excrétion des sociétés industrielles occidentales

Esculier , Le Noë, *et al.*, 2018

kgN/pers/an

Paris, 2013

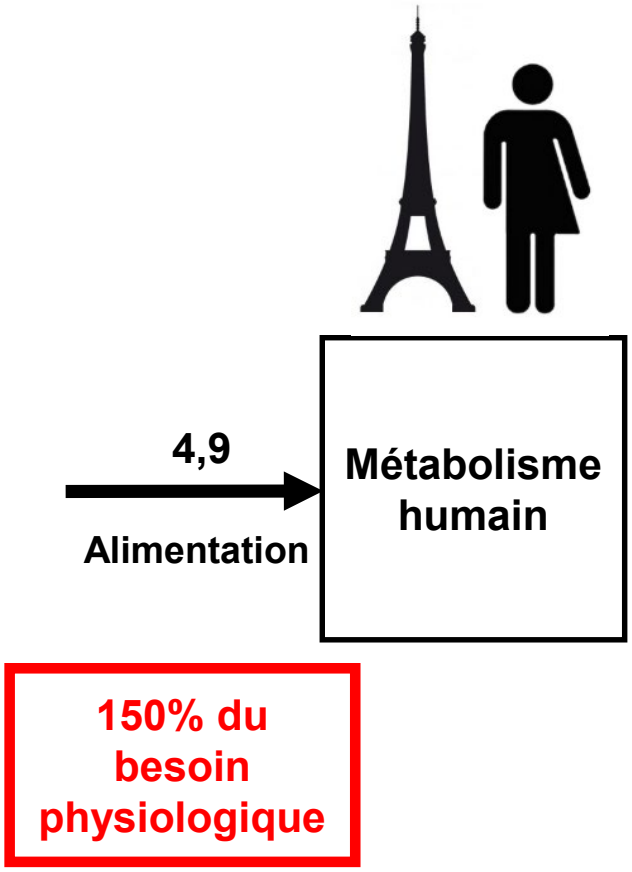


Le système alimentation/excrétion des sociétés industrielles occidentales

Esculier , Le Noë, *et al.*, 2018

kgN/pers/an

Paris, 2013

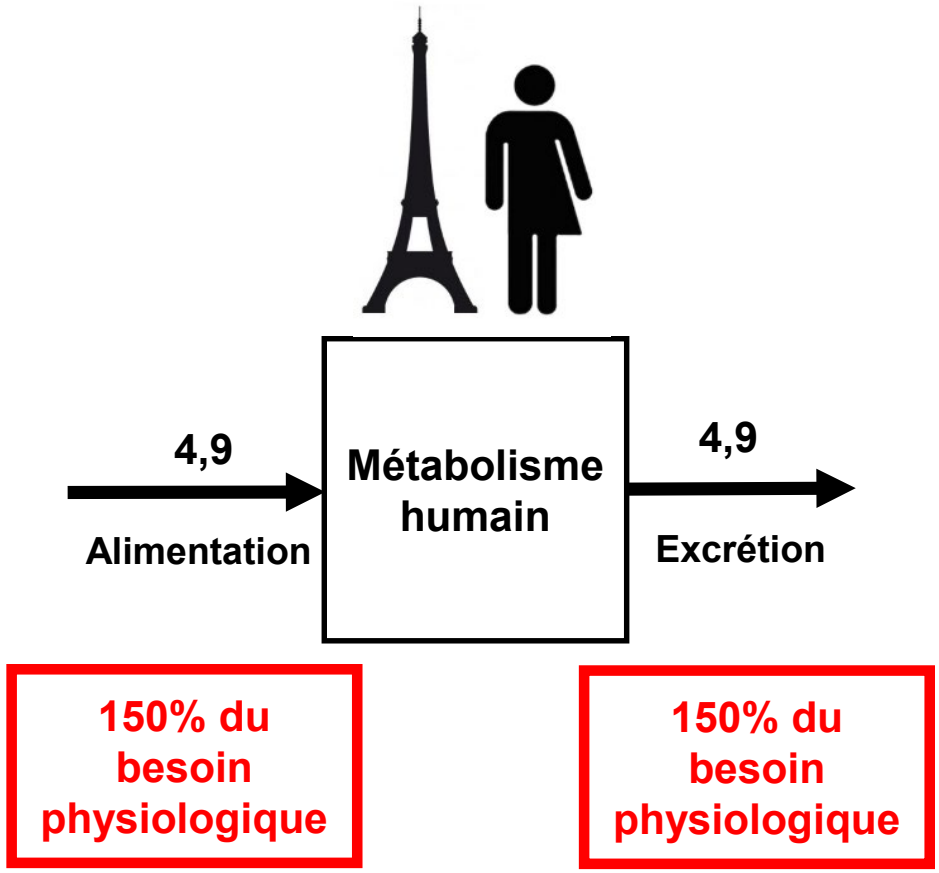


Le système alimentation/excrétion des sociétés industrielles occidentales

Esculier , Le Noë, *et al.*, 2018

kgN/pers/an

Paris, 2013

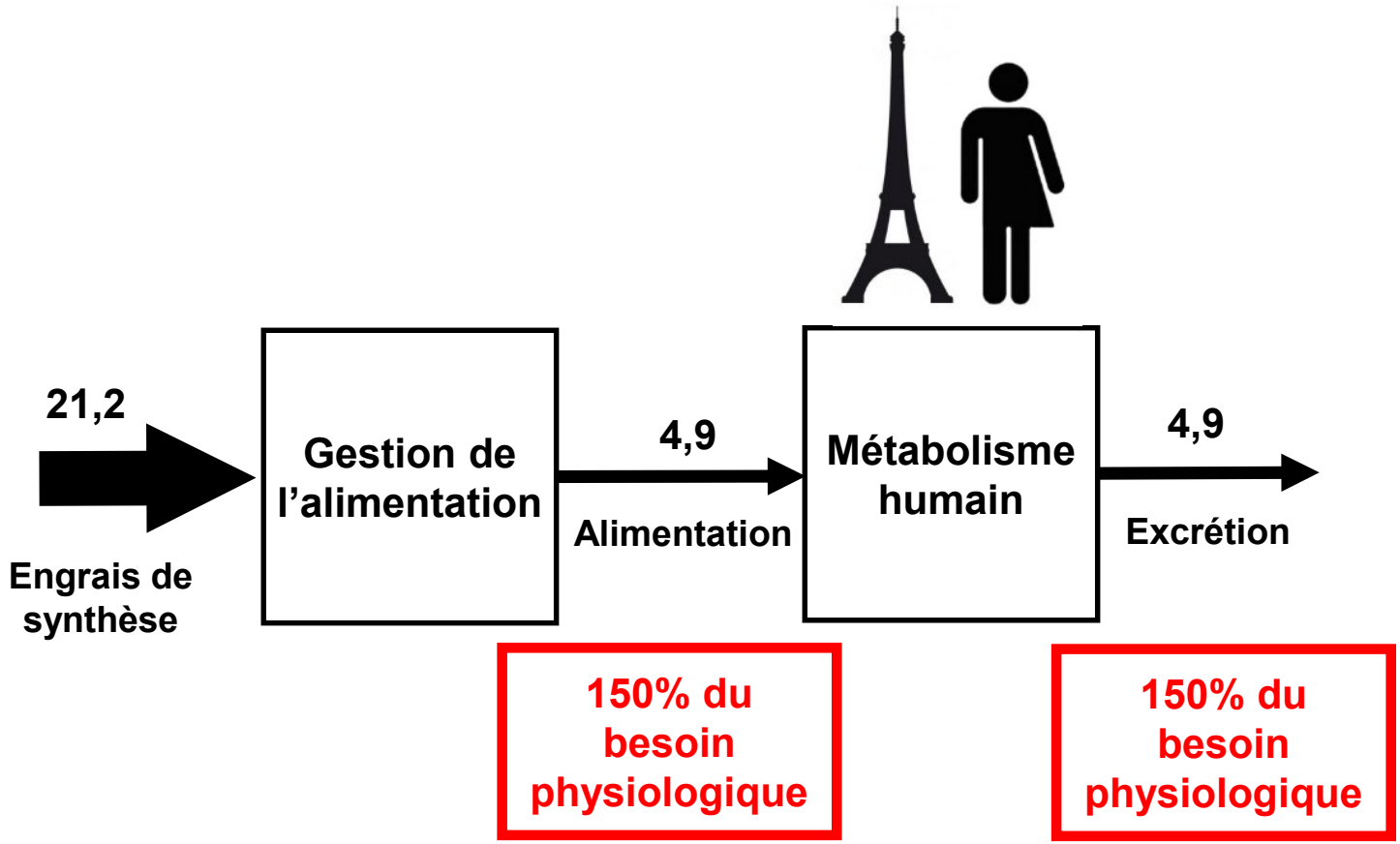


Le système alimentation/excrétion des sociétés industrielles occidentales

Esculier , Le Noë, *et al.*, 2018

kgN/pers/an

Paris, 2013

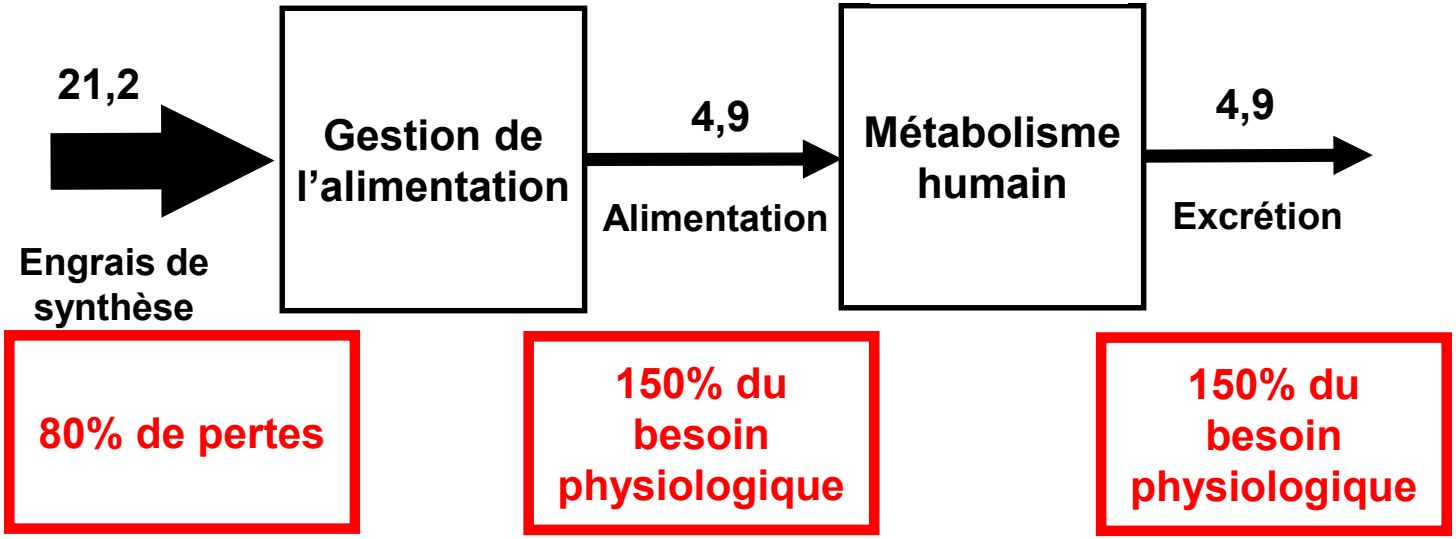


Le système alimentation/excrétion des sociétés industrielles occidentales

Esculier , Le Noë, *et al.*, 2018

kgN/pers/an

Paris, 2013

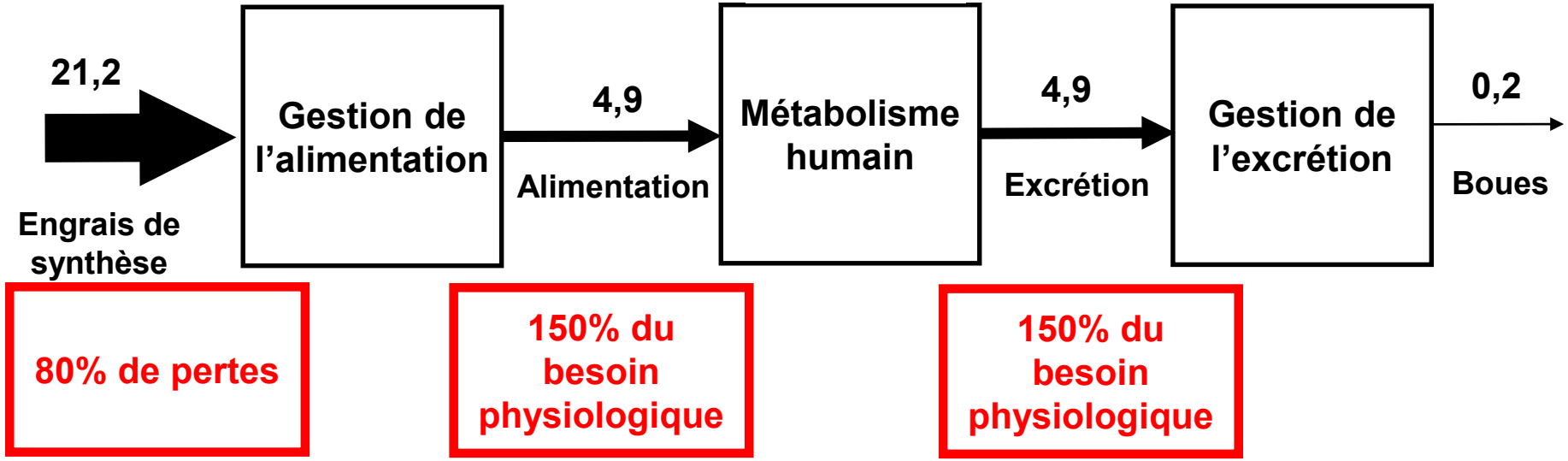


Le système alimentation/excrétion des sociétés industrielles occidentales

Esculier , Le Noë, *et al.*, 2018

kgN/pers/an

Paris, 2013

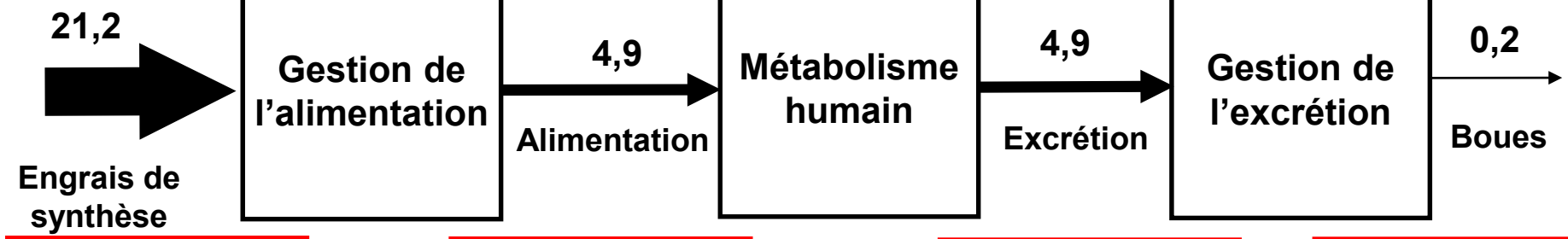


Le système alimentation/excrétion des sociétés industrielles occidentales

Esculier , Le Noë, *et al.*, 2018

kgN/pers/an

Paris, 2013



80% de pertes

150% du besoin physiologique

150% du besoin physiologique

5% de valorisation

Ré-intérêt pour l'urine : quelques jalons récents

- **Années 1990** : éco-villages scandinaves

- **Années 2000** :
  - Recherches en Suisse, Suède, Allemagne, etc.
  - Création du Réseau de l'Assainissement Ecologique en France

intestinale RAE
RÉSEAU DE L'ASSAINISSEMENT ÉCOLOGIQUE

- **Années 2010 :** tensions sur l'assainissement de l'agglomération parisienne (azote) → intérêt pour la séparation à la source de l'urine → *2015 programme OCAPI*

OCAPI

École des Ponts ParisTech

SIAAP
Service public de l'assainissement francilien

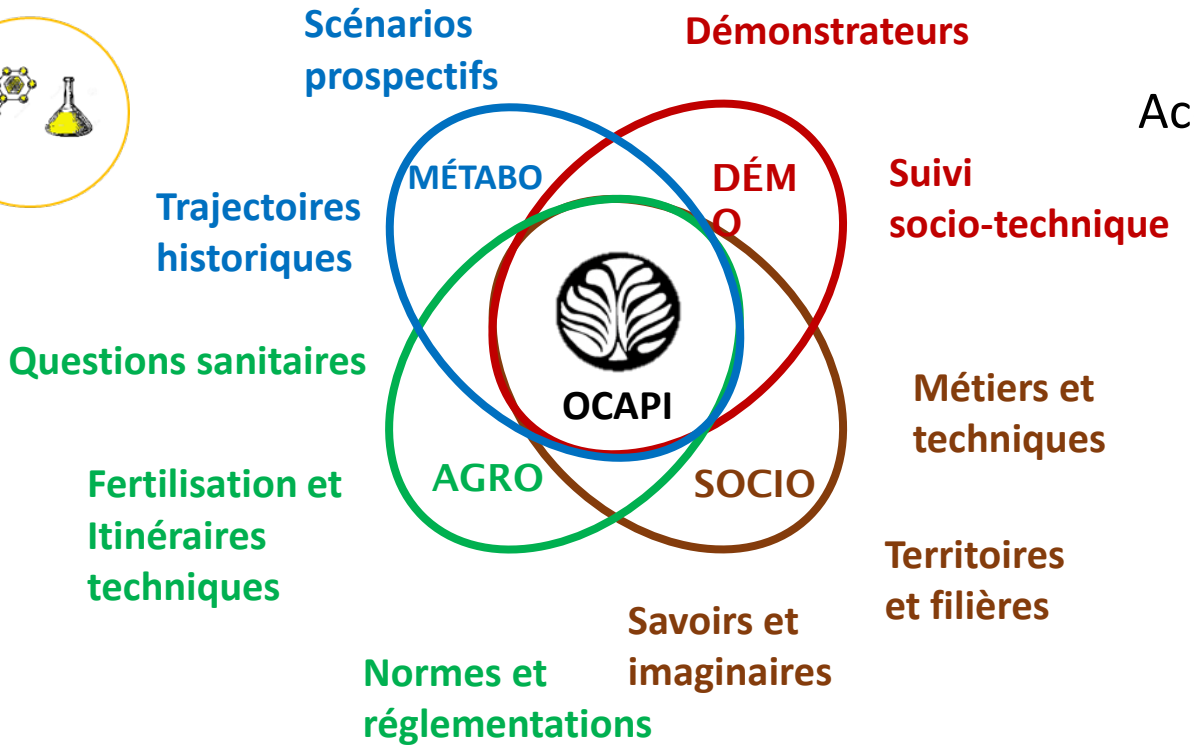
eau seine NORMANDIE
Agence de l'eau

Le programme OCAPI

Approche systémique

Transition socio-écologique
des systèmes alimentation/excrétion

Interdisciplinaire



Tourné vers l'action

Recherche

Sensibilisation

Animation

Accompagnement

Le programme OCAPI

Approche systémique

Transition socio-écologique des systèmes alimentation/excrétion

Tourné vers l'action

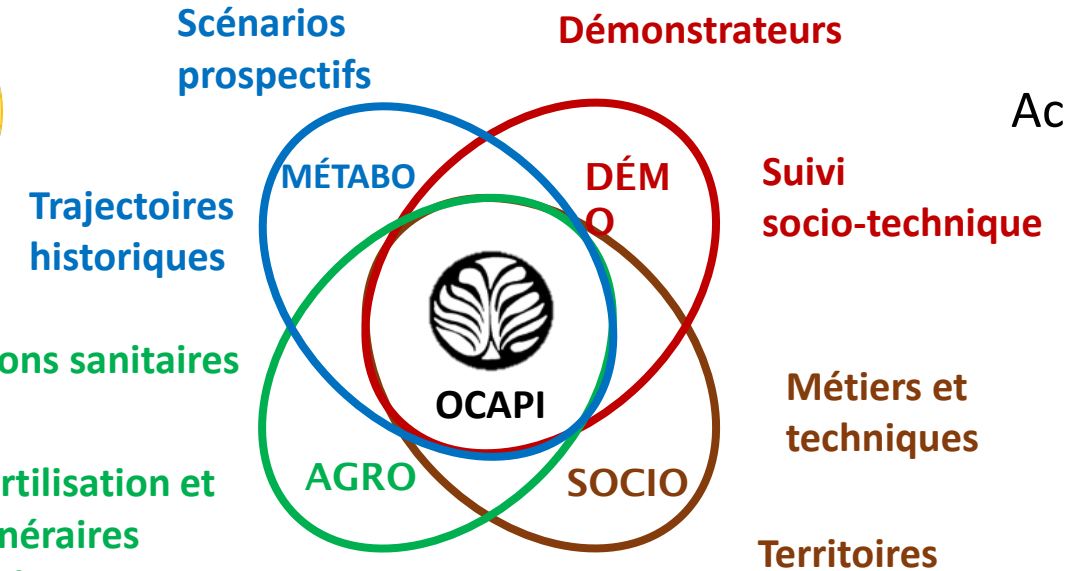
Recherche

Sensibilisation

Animation

Accompagnement

Interdisciplinaire



AGROCAPI

Étude de filières de valorisation agronomique de produits issus de la séparation à la source des urines

Colloque de clôture du programme Agrocapi: Introduction

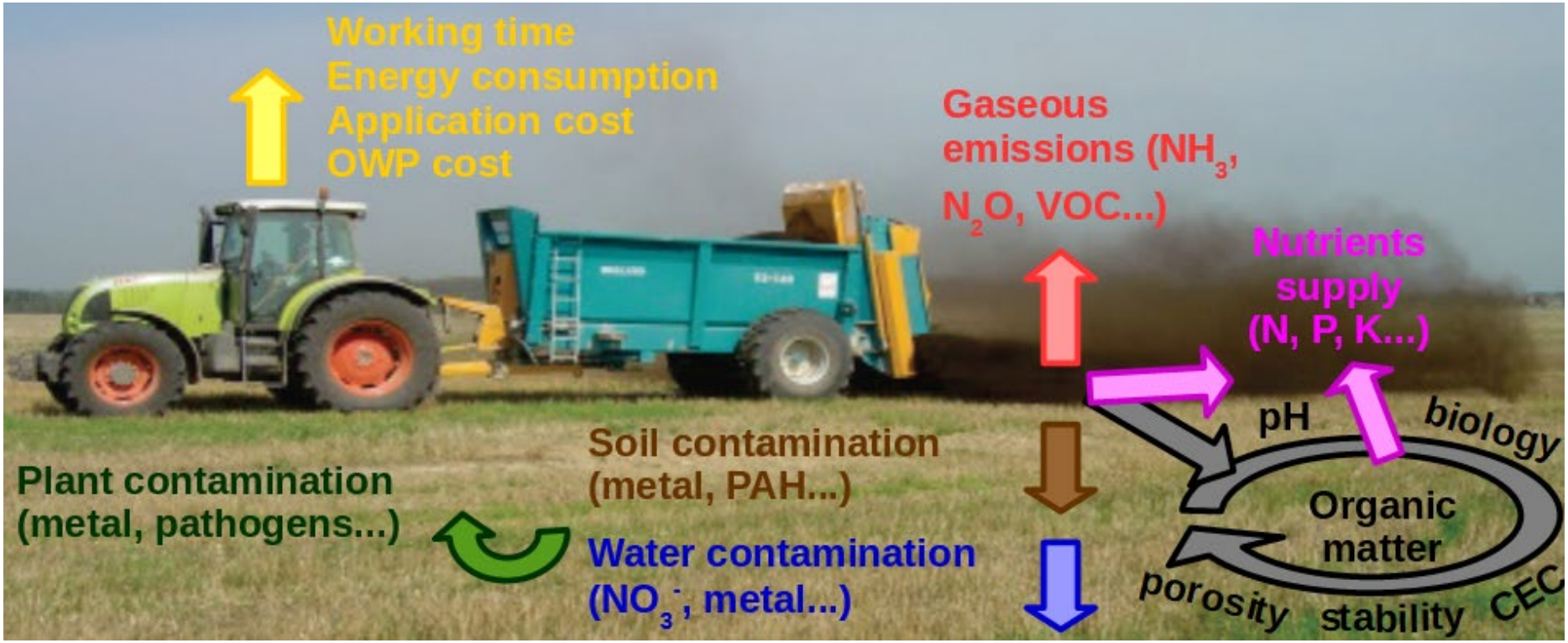
S. Houot, UMR INRAE-AgroParistech, Université Paris-Saclay

Bénéfices et risques associés au recyclage des PRO/MAFOR en agriculture

Nombreuses matières recyclées en agriculture: urbaine (composts de biodéchets, de déchets verts, digestats, boues de STEP..), agricole (élevage), agro-industrielle …

Bénéfices : nutriments N, P, K, matière organique, activité biologique….

Risques à limiter: volatilisation NH_3, émissions N_2O emissions, contamination des sols par ETM, contaminants organiques…)



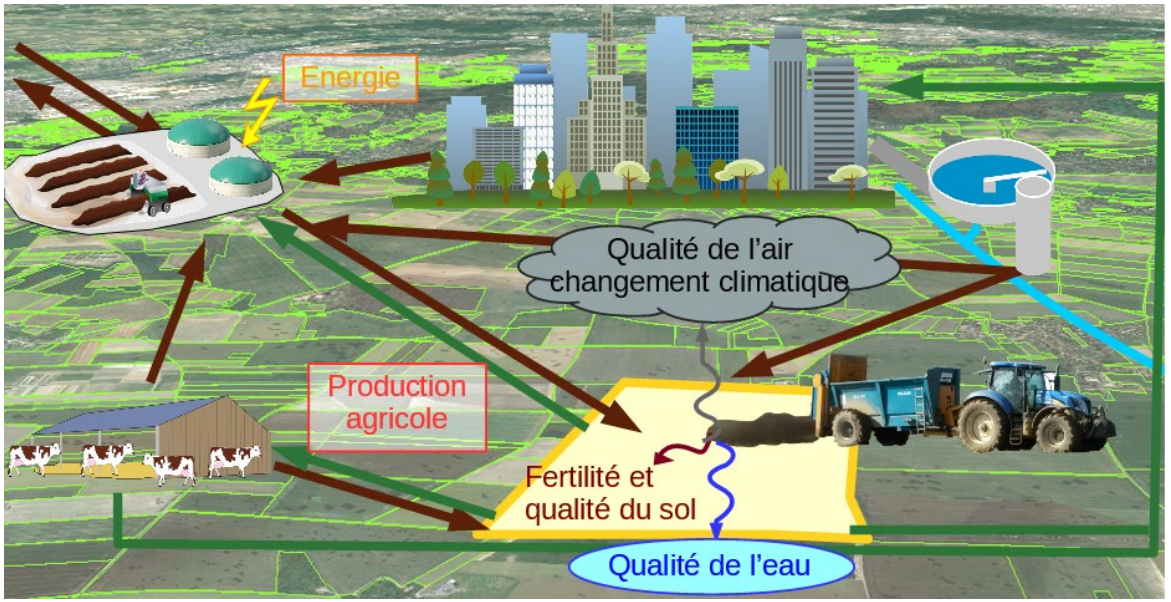
SOERE-PRO: un réseau de sites de mesure

- Sites d'observations au champ des effets des apports de PRO
- Boues de STEP, compost de boue
- Pas d'Urine ni d'urino-fertilisants issus du traitement des urines
- Mesures à la parcelle

Site web : *https://www6.inrae.fr/valor-pro*

Nécessité d'avoir des approches territoriales/de filières

- Collecte, traitement : différents types d'urino-fertilisants
- Transport et épandage: effets au champ? Efficacité des nutriments? Pertes de nutriments?
- Quels risques? Pathogènes, contaminants organiques?
- Analyser les filières → quel bilan environnemental?
- Quelle appropriation par les agriculteurs ? Réglementation?



Programme Agrocapi: Objectifs

Étude de filières de valorisation agronomique de produits issus de la séparation à la source des urines

- Synthèse des principales formes d'urino-fertilisants
- Efficacité agronomique de différents urino-fertilisants représentatifs des filières de collecte et traitements
- Impacts environnementaux liés à ces urino-fertilisants : émissions gazeuses, pharmaceutiques, pathogènes, antibiorésistance, métaux, …
- Scénarios de valorisation en fonction de contraintes agricoles territoriales
- Bilan environnemental des filières retenues
- Conditions de mise en place et de suivi de ces filières

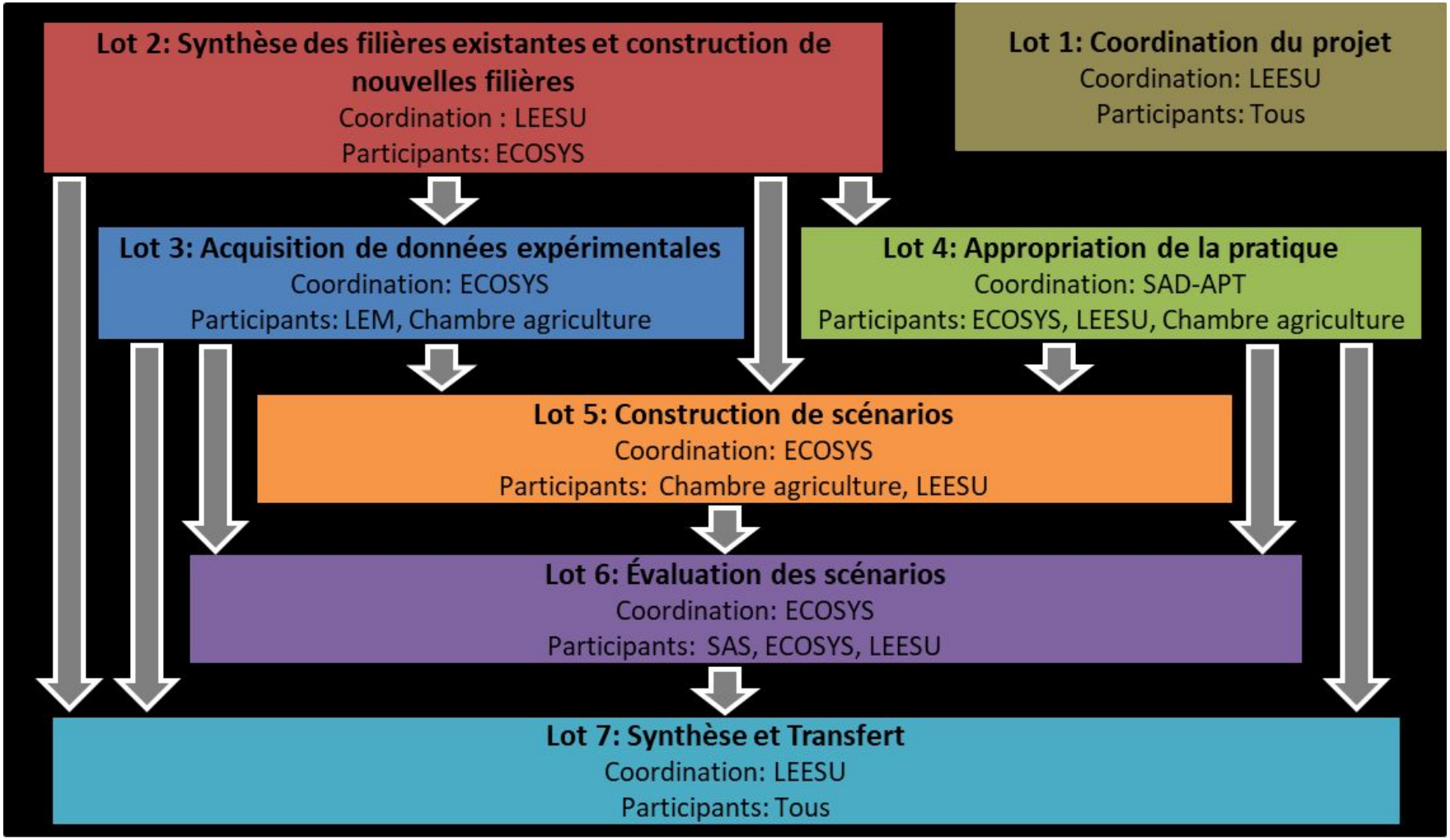
Programme Agrocapi: partenariat

- **Partenaires financiers :**

- **Partenaires scientifiques et techniques :**

Programme Agrocapi

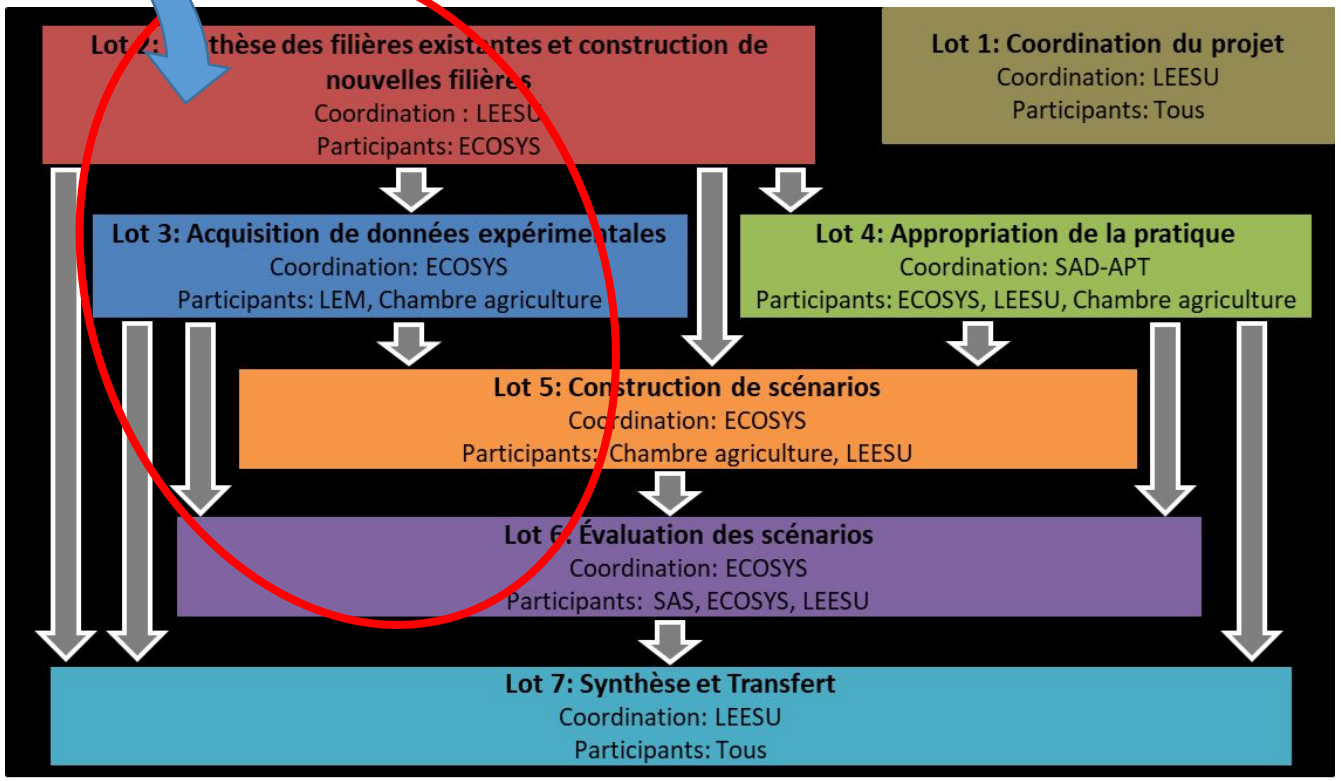
- **7 lots**



Programme Agrocapi

laboratoire eau environnement systemes urbains

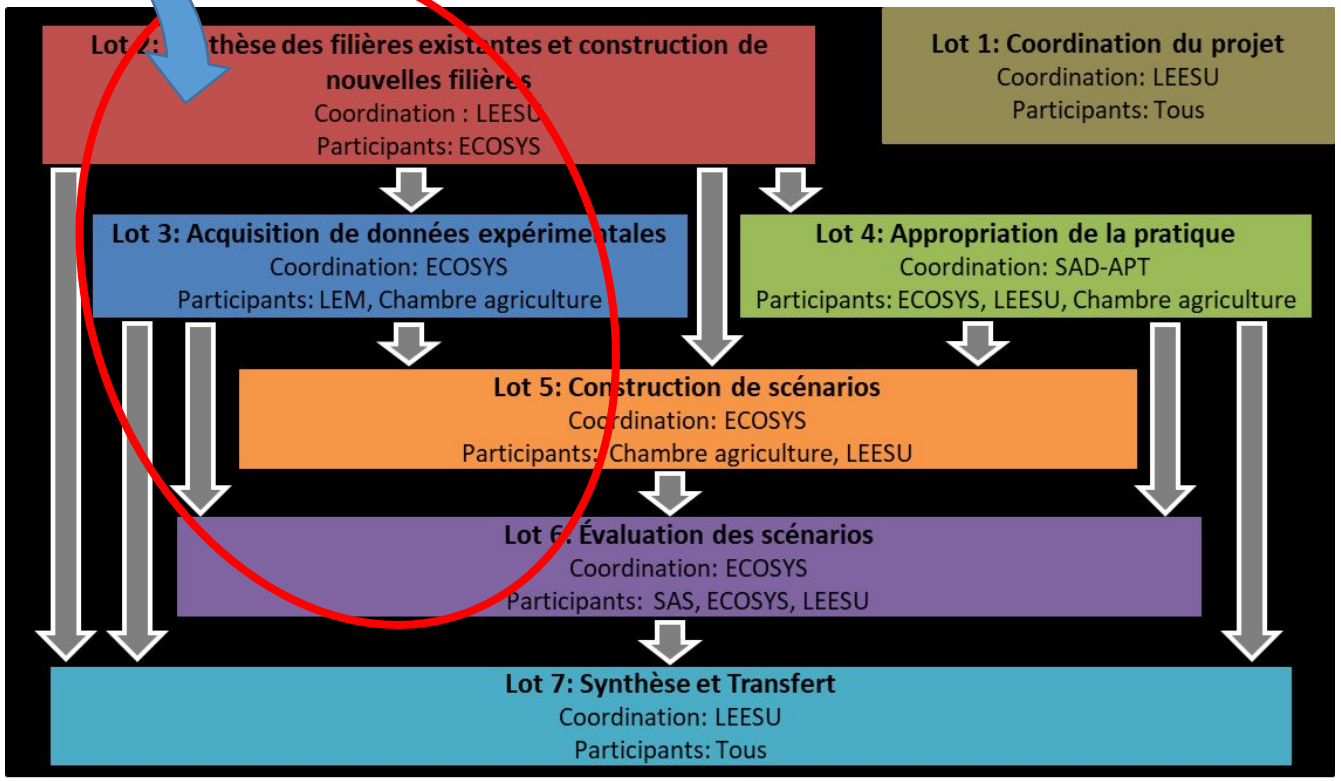
Thèse
Tristan Martin



Programme Agrocapi

laboratoire eau environnement systemes urbains

Thèse
Tristan Martin



EcoSys

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE DE RÉGION ILE-DE-FRANCE

ecologie microbienne Lyon

UNIVERSITY OF COPENHAGEN

UMRSAS

Programme Agrocapi

laboratoire eau environnement systemes urbains

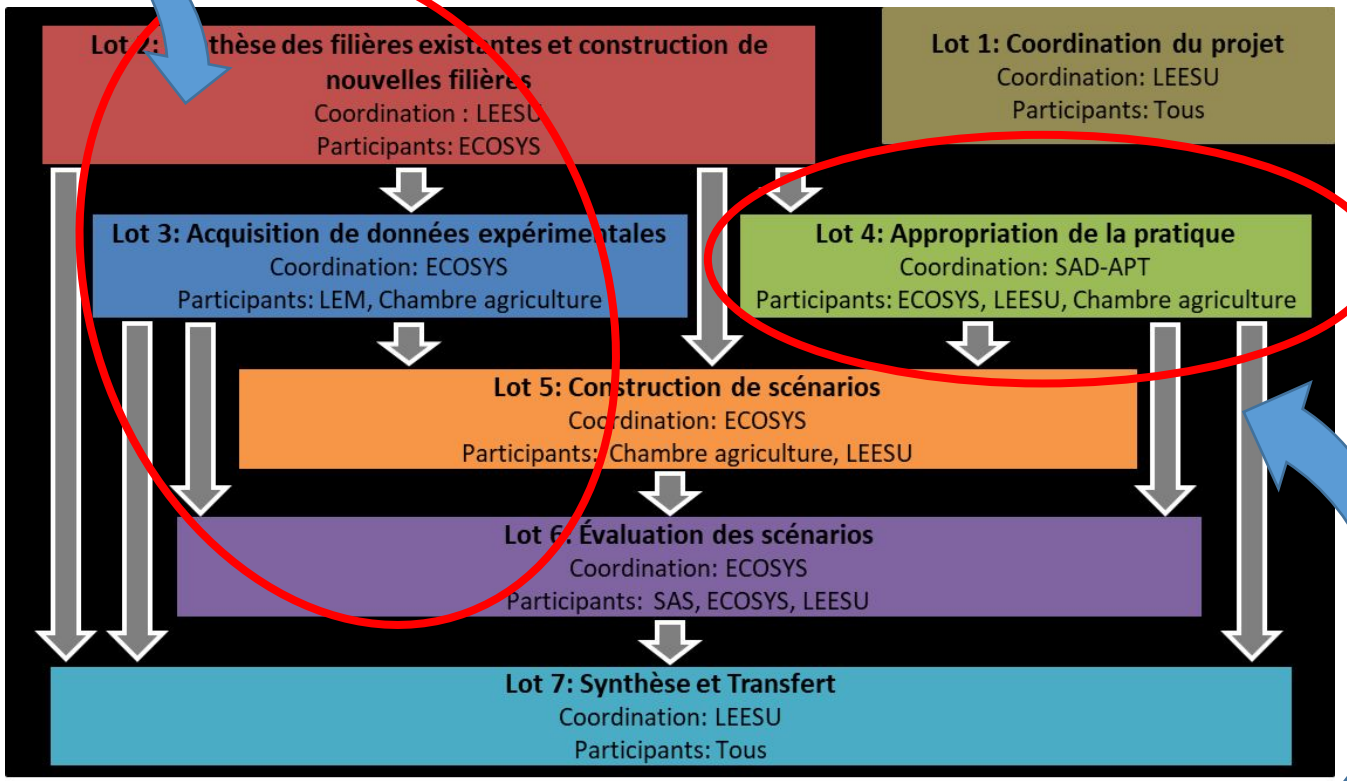
Thèse
Tristan Martin

EcoSys

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE DE RÉGION ILE-DE-FRANCE

ecologie microbienne LYON

UNIVERSITY OF COPENHAGEN



UMRSAS

Florent Brun, B de Gouvello, S. Joncoux

SADAPT
SCIENCES ACTION DÉVELOPPEMENT - ACTIVITÉS PRODUITS TERRITOIRES

laboratoire eau environnement systemes urbains

Programme de la journée

- **Session 1: A la re-découverte d'engrais oubliés: les urino-fertilisants**
  - Traitement de l'urine: Tristan Martin (ECOSYS, LEESU)
  - Efficacité fertilisante des urino-fertilisants: F. Levavasseur (ECOSYS) et M. Vidal (CA Ile de France)
- **Session 2: Vigilance dans l'emploi des urino-fertilisants**
  - Emissions gazeuses (T. Martin et al., ECOSYS)
  - Micropolluants organiques (M. Deschamps et al. ECOSYS)
  - Antibiorésistance et pathogènes (S. Nazaret, LEM)
- **Session 3: De nouvelles filières à construire**
  - Appropriation de la pratique (F. Brun et al., LEESU)
  - Bilans environnementaux des filières (T. Martin, ECOSYS et J. Aubin, SAS)
  - Scénarios prospectifs (T. Martin et F. Esculier, LEESU)
- **Session 4: Repenser en mutualisme l'assainissement et la production agricole**
  - Projet EP Paris-Saclay
  - Table ronde: freins et leviers pour la mise en application

Références bibliographiques

- Mazoyer, M. & Roudart, L., 1998. *Histoire des agricultures du monde. Du Néolithique à la crise contemporaine.* Seuil, Paris.
- Dufour, E. & Barles, S. 2021. *L'éviction du compostage des ordures ménagères et la fin de leur recyclage agricole en France et en Ile-de-France (1940-1990) : le rôle de la valorisation marchande et de la normalisation technoscientifique.* Rapport 2021 du PIREN-Seine. https://www.piren-seine.fr/sites/default/files/piren_documents/rapports_dactivite_2021/a1b3_dufour_piren_2021_vf.pdf
- Diamond, J. 1997. *Guns, Germs & Steel*. Norton
- Esculier, F. 2018. Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : régimes et transitions socio-écologiques. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est. https://hal.archives-ouvertes.fr/view/index/docid/1787854
- Esculier, F. & Barles, S. 2019. « Past and future trajectories of human excreta management systems – the case of Paris XIXth-XXIst centuries » . In: *The Seine River Basin*. Flipo, N., Labadie, P., Lestel, L. (Eds). *The Handbook of Environmental Chemistry*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Esculier, F., Le Noë, J., Barles, S., Billen, G., Créno, B., Garnier, J., Lesavre, J., Petit L. et Tabuchi, J.-P. 2018. "The biogeochemical imprint of human metabolism in Paris Megacity: a regionalized analysis of a water-agro-food system". *Journal of Hydrology* 573 : 1028-1045.