



Mardi de l'info

Collecte sélective des urines

Les avancées
pour un nouveau paradigme
en assainissement



RETOUR SUR....

Mardi de l'info de l'ASTEE

« Et si on traitait aussi nos eaux usées ? »

Mardi 1^{er} avril 2014

Connaissances de l'époque

- Le réseau de l'assainissement écologique français (2009)
- Des initiatives européennes peu connues (veille interne des grandes entreprises, voyages d'étude RAE)
- Projets urbains français de séparation à la source : zéro !
- Le rapport d'Amandine CABY (été 2013)



MASTÈRE SPÉCIALISÉ PAPDD
2012-2013



Quel intérêt et quelle opportunité de mettre en place une collecte sélective des urines en milieu urbain dense ?

Etude sur le territoire du SIAAP.

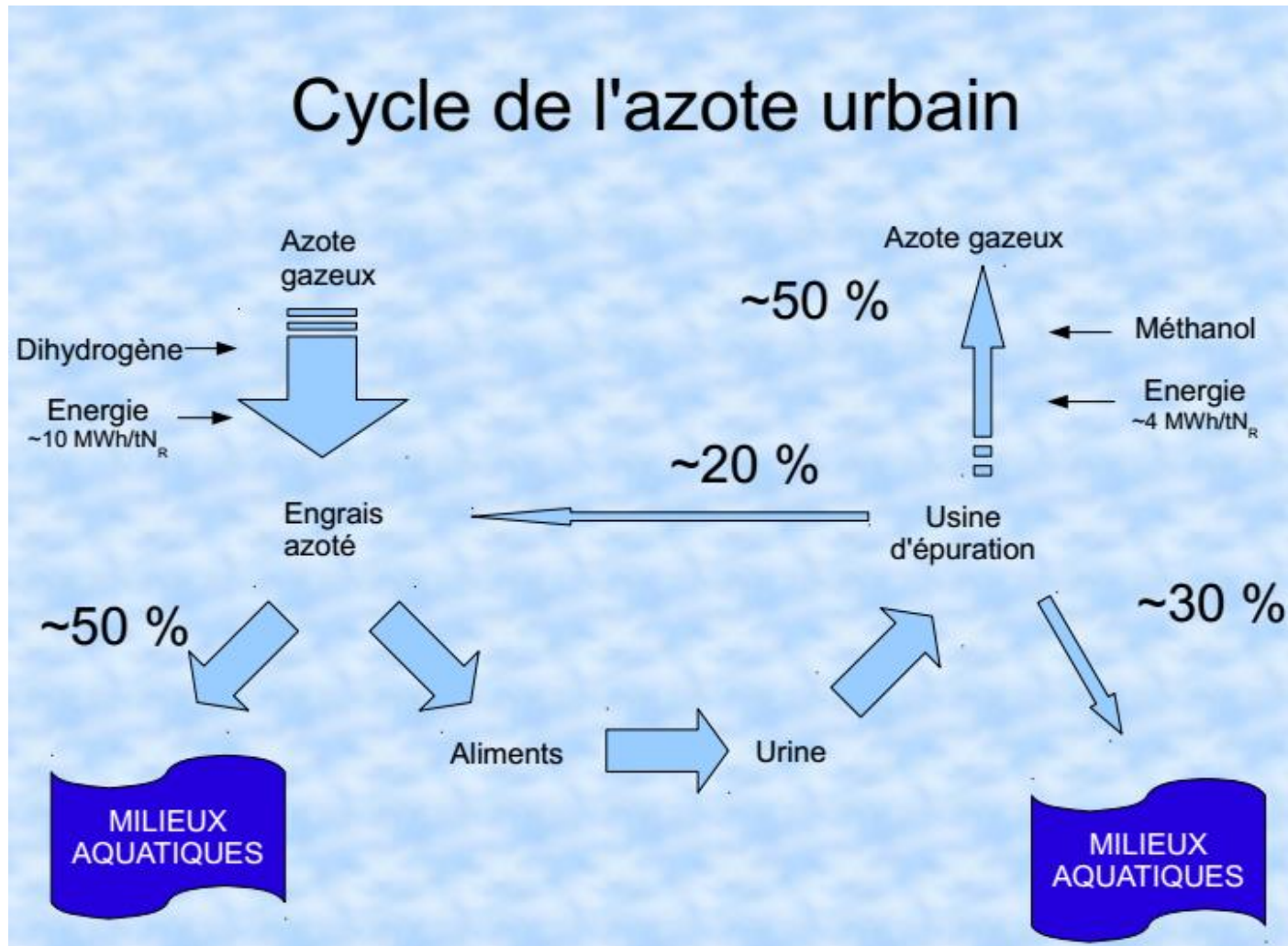
Mémoire de thèse professionnelle pour le Mastère spécialisé PAPDD

Amandine CABY

Organisme d'accueil

SIAAP

Un diagnostic « au tas de pommes »

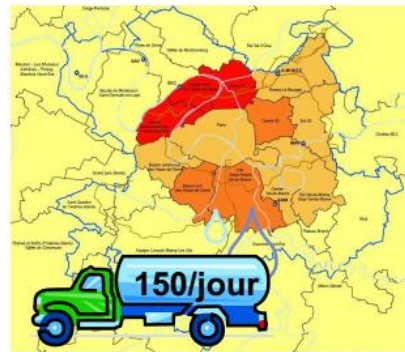


Une entrée par l'effet ciseau

- ❑ Rééquilibrer la composition des effluents
respecter la capacité du SIAAP

Sortir 1 million d'habitants
de l'assainissement classique

- ❑ Procédure retenue :
 - Transport par camion-citerne
 - Capacité de 10 m³
 - 1 million d'habitants
 - 1,5L rejeté par habitant
 - Pas de stockage
 - Précipitation de la struvite
 - Procédé Anammox



- ❑ 5200 habitants
- ❑ 3100 emplois
- ❑ Objectifs : réfléchir sur un cas concret
- ❑ Nombre de cuves,
- ❑ Localisation
- ❑ Rotation des camions

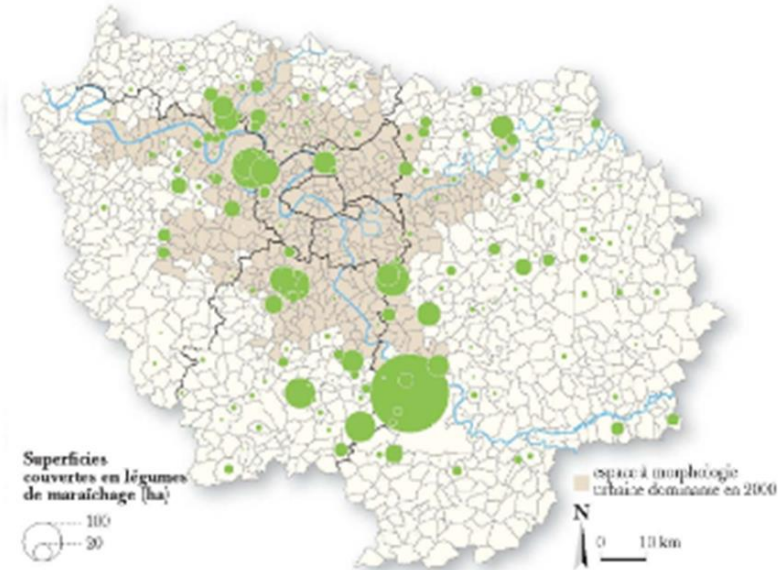
- ❑ Mais chaque logement construit est une opportunité en moins...

- ❑ Prochaines étapes :
 - Mettre en place un projet-pilote ?
 - S'intéresser aux techniques de traitement des urines

Des inspirations de l'étranger

Arno ROSEMARIN (Stockholm) :

- Les prix de l'énergie et des engrais vont augmenter via les taxes climatiques et les tensions géopolitiques
- Reconquérir la ceinture maraîchère de Paris fertilisée par les excréments urbains
- Implication publique
- Connaissance des variétés d'options possibles de sép° à la source à combiner



Source : Agreste, recensements agricoles 1970, 1979 et 2000
© IAU/IF - DRIAP



Des inspirations de l'étranger

ROEDIGER VACUUM La clé pour moderniser la collecte et la gestion de l'eau



Principe de fonctionnement de l'assainissement sous vide

Le réseau de canalisations reste en permanence en dépression

Différentes Unités d'évacuation sont reliées aux canalisations

Les pompes de refoulement évacuent les eaux usées vers un collecteur ou un traitement

Pompes de vide Maintiennent la dépression nécessaire dans la cuve de vide et dans le réseau de canalisations



Des inspirations de l'étranger

Tove LARSEN (EAWAG) :

- Déjà beaucoup de connaissances grâce à Novaquatis
- La production en série des toilettes et des technologies de traitement des urines est aussi intéressante que les économies d'échelle au niveau des stations d'épuration
- Bâtiment NEST en projet



Toilettes NoMix



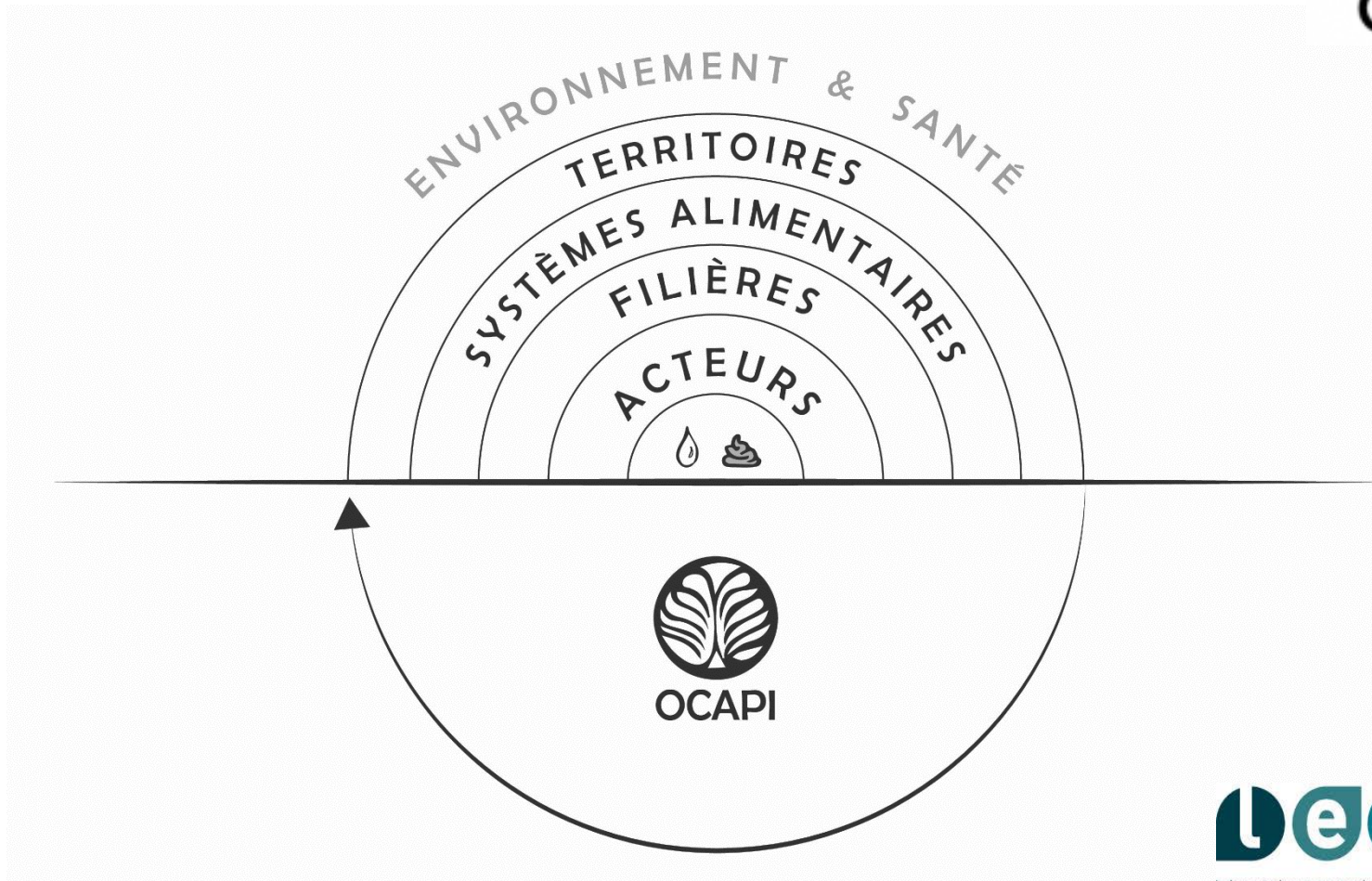
Les besoins de l'époque

- Réaliser un diagnostic des flux de matières et d'énergie en jeu
- S'acculturer aux techniques de séparation à la source et connaître les freins et leviers à leur déploiement
- Faire émerger des projets locaux

Le programme OCAPI



OCAPI



laboratoire eau environnement systèmes urbains

Programme de recherche
et action OCAPI

www.leesu.fr/ocapi

Marine LEGRAND
Fabien ESCULIER

Lancement du programme OCAPI

- Novembre 2014



OCAPI



- Soutenabilité du mode de gestion des excréments humaines et investigation des bifurcations envisageables dans une logique de recherche-action

Approche systémique

Alimentation

Excrétion

Bilan annuel

OMS,
2007

3,4 kg N
(protéines)



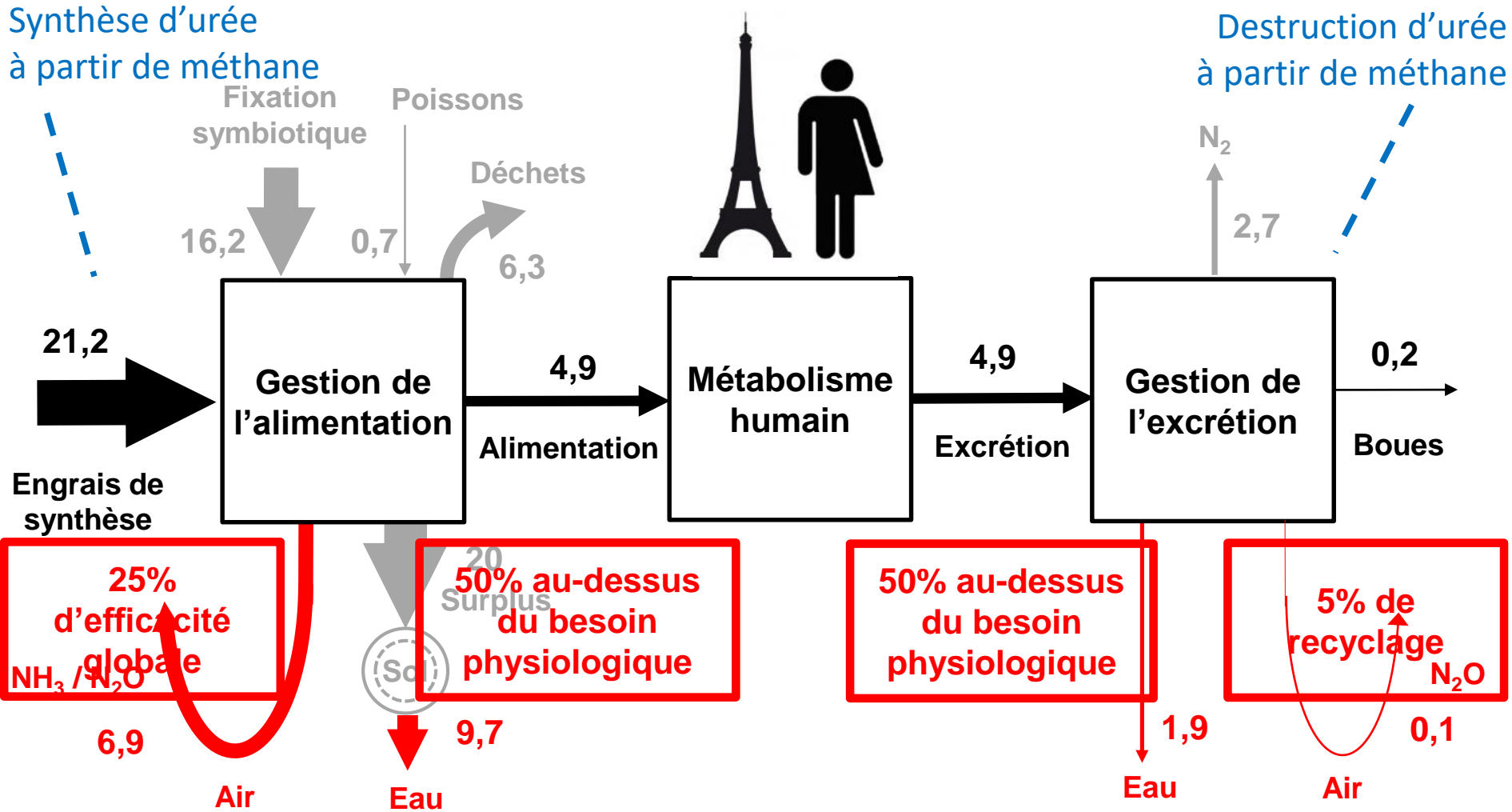
3,4 kg N
(urée)

Besoin physiologique
confortable

Besoin physiologique
confortable

Système alimentation/excrétion

Diagnostic parisien



Le programme OCAPAPI depuis 2018



OCAPAPI

Approche systémique

Transition socio-écologique des systèmes alimentation/excrétion

Tourné vers l'action

Recherche

Sensibilisation

Animation

Accompagnement

Interdisciplinaire



Scénarios prospectifs

Démonstrateurs

Trajectoires historiques

Questions sanitaires

Fertilisation et Itinéraires techniques

Normes et réglementations

MÉTABO

DÉM

Suivi socio-technique

Métiers et techniques



OCAPAPI

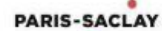
AGRO

SOCIO

Territoires et filières

Santé

Savoirs et imaginaires



Une belle aventure humaine !



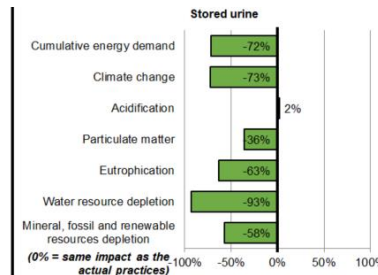
Axe Agricultures



- Projet Agrocapi (2017-2022)



- Les urino-fertilisants



Axe Santé

- Pathogènes : analyse critique du tout-à-l'égout dans la diffusion des pathogènes (thèse Paul Minier)



- Micropolluants : analyses des résidus pharmaceutiques

Agrocapi puis MedUrin-Agri

(Julien LE ROUX, LEESU et

Marjolaine DESCHAMPS, Ecosys)

Goulas et al. 2020 Note sur les μ polluants



Axe Métabolisme



- La trajectoire qui nous a conduit à cet état

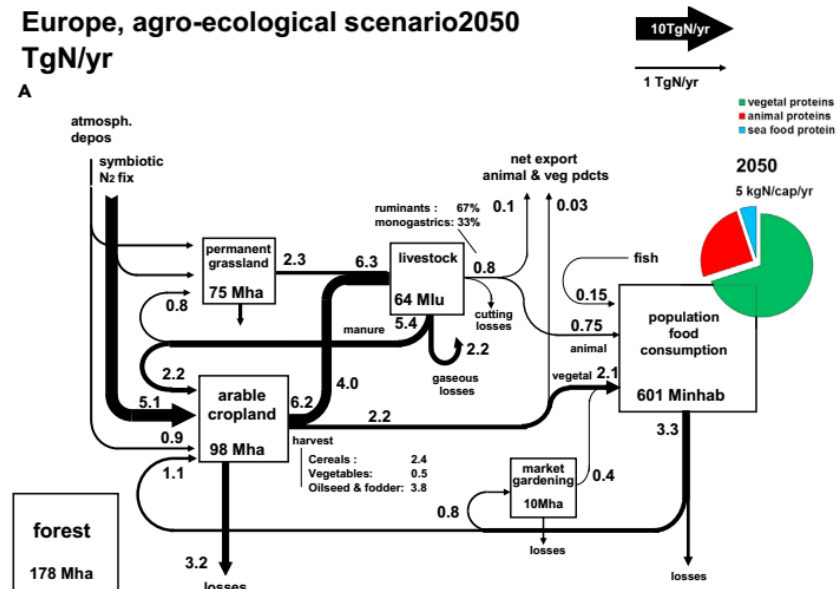
- *Le Noë et al., 2018*
- *Esculier & Barles, 2019*
- *Adler, 2020*
- *Dufour & Barles, 2021...*



- Scénarios de transition :

Changement conjoint des :

- Modes de production agricole
- Régimes alimentaires
- Gestion des urines et matières fécales
 - *Billen et al. 2021* Reshaping the European agro-food system
 - Scénario post-métropolisation low-tech (*Barles et al., 2022*)
 - Thèse de *Thomas Starck (2021-2024)*

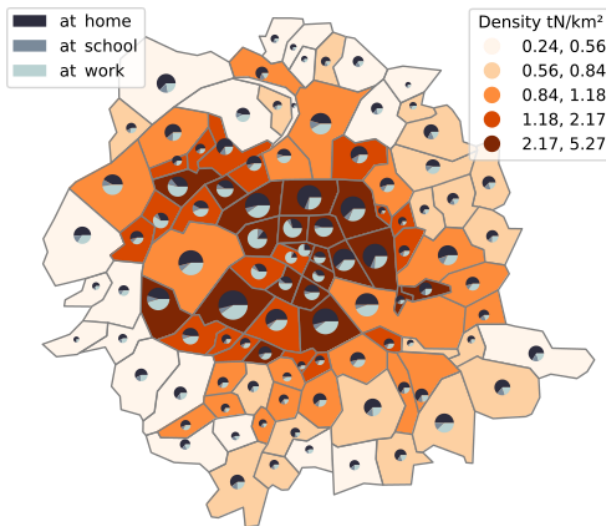


Axe Métabolisme

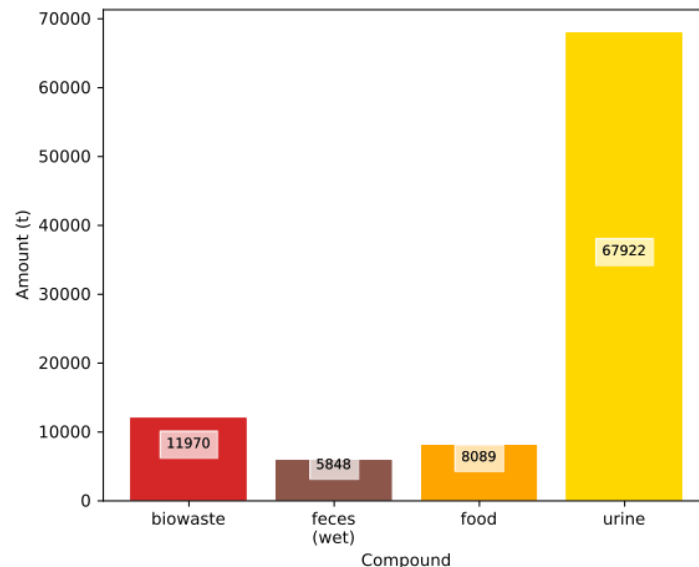
- Diagnostic des systèmes alimentation/excrétion France entière (Starck, in prep.)

- 1^e compilation des données des 20.000 STEU françaises
- Scénarisation de transition

- Outil de diagnostic et solutions locales pour la separation à la source (Fardet, in prep. – projet CAFÉ)



Paris and surroundings, population: 5,994,437

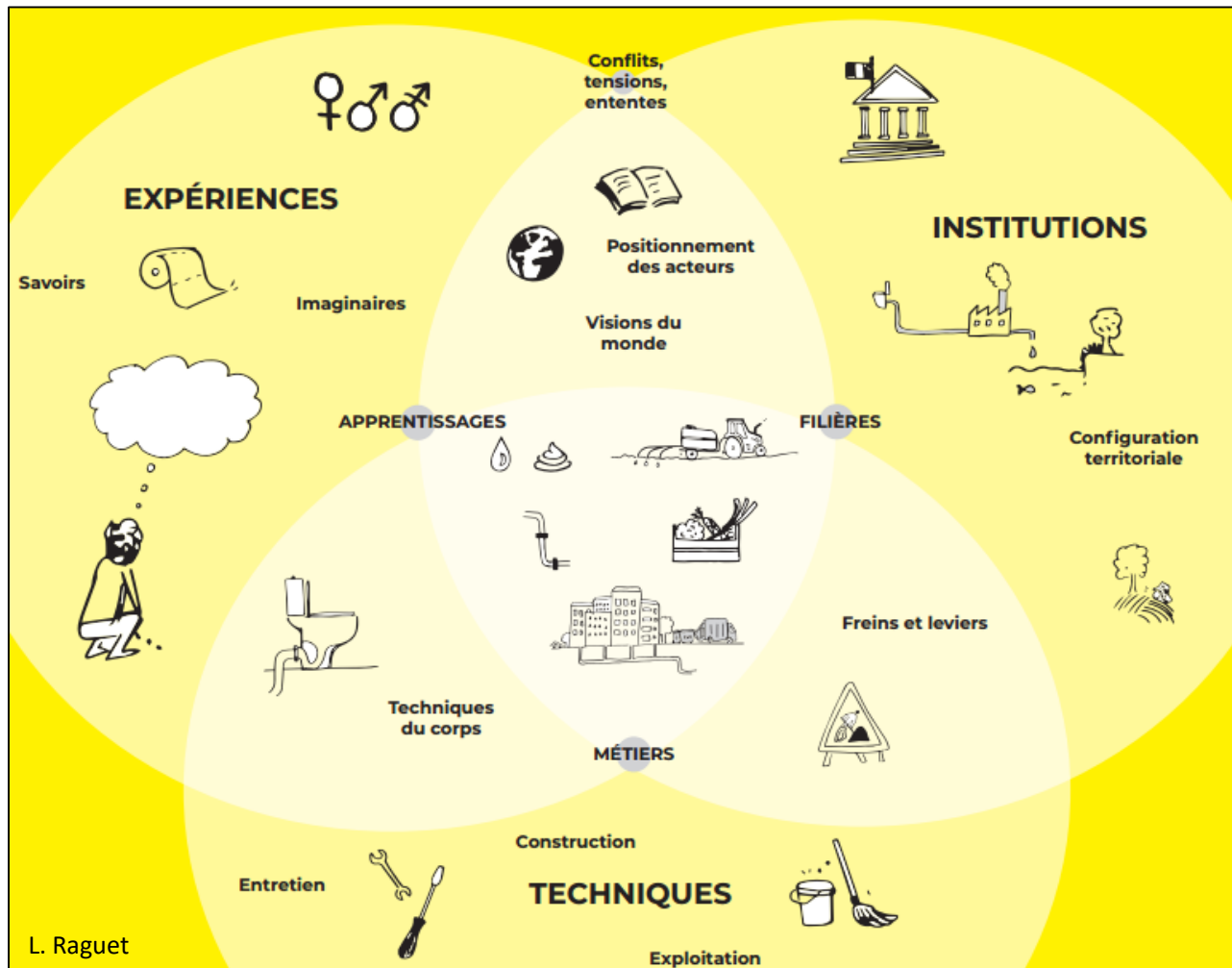




OCAPI

Axe « Dynamiques sociales »





Zoom sur l'axe
« dynamiques
sociales »



SOCIOCAPI

Approches historiques
&
Pratiques contemporaines

Pratiques informelles et à l'échelle individuelle

Approches qualitatives

Aux toilettes...et après ?
(2018-2024)

- *Pipi sauvage* et toilettes publiques (Sarah Bourcier) 2020
- Usagers de toilettes sèches domestiques en contexte rural (Mathilde Soyer) 2021
- Le jardinage comme mode de gestion de l'urine en ville (Léa Weingart) 2022
- Enquête auprès des ouvrier.es du nettoyage (Anaïs Delanoë) 2023

Approches quantitatives

Projet WINGS

- Regard des franciliens sur la séparation à la source (Mathilde Soyer), 2020

Emergence de projets et filières de séparation à la source

Etudes de cas

- **Configurations territoriales & niches d'émergences** ANR Design (2019-2022) + enquête urbanisme transitoire (2023)
 - Paris
 - Bordeaux
 - Grenoble
 - Suisse Romande
- **Synergie avec la gestion des biodéchets** ANR Tango (2023-2026)
 - + Toulouse
 - + Tulle
- **Attentes, contraintes du secteur agricole** Agrocapi (2019) + Kolos (2023-2025) + FNAB – Mona (2024)
 - Ile-de-France
 - Lyon
- Appui au développement de projets et filières → **Retours d'expérience croisés**, GTT Arceau-IdF (2018-)

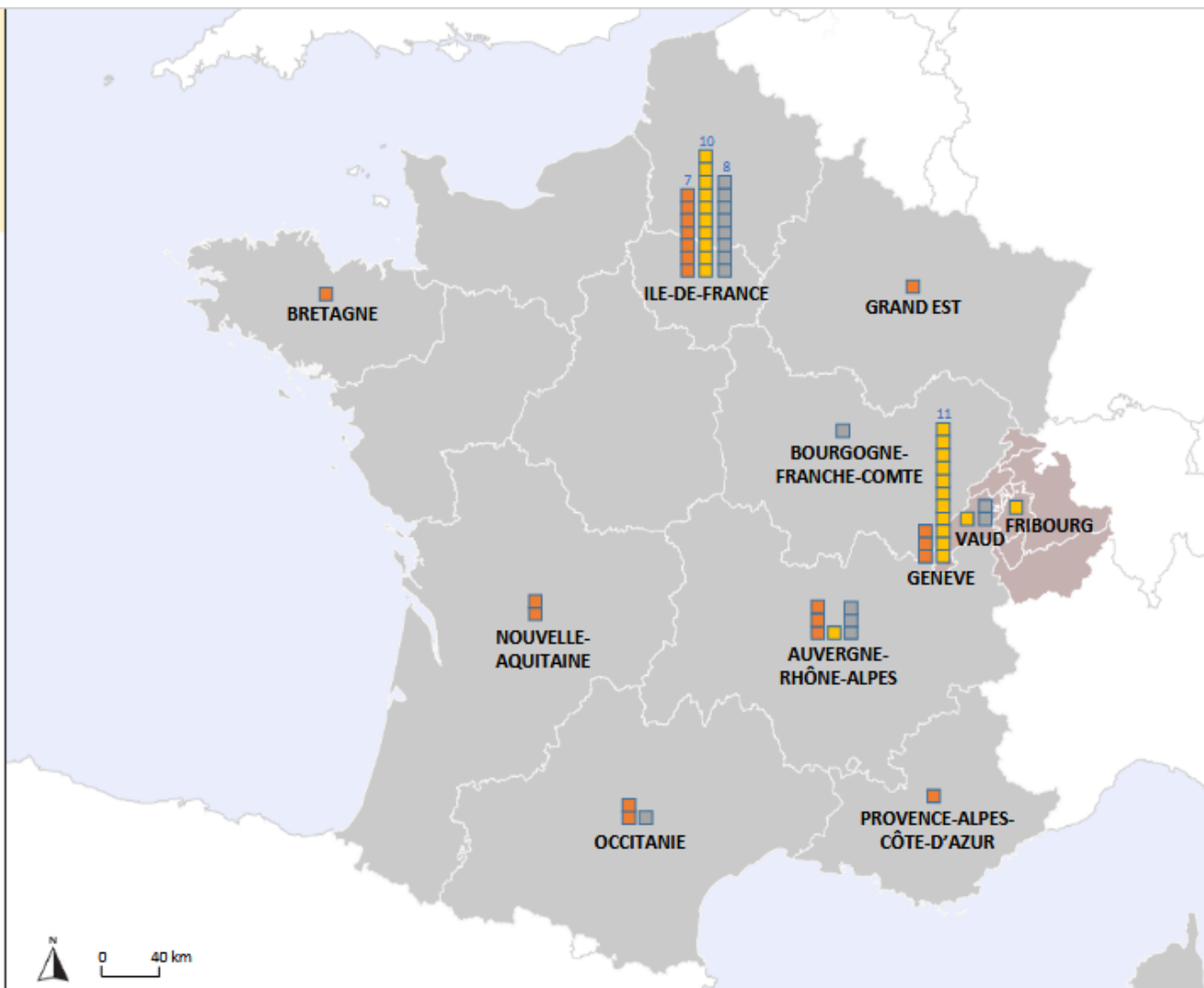
Etat des lieux des projets urbains de gestion séparative des excréments dans des bâtiments collectifs identifiés en France et en Suisse romande en 2023

Projets identifiés par régions (France) et par cantons (Suisse romande), selon leur état d'avancement :

- Réalisés et en fonctionnement
- Validés et/ou en construction
- A l'étude





Note : les projets présentés sont issus d'un travail de recensement effectué par l'équipe OCAP1 non forcément exhaustif et encore en cours. Si vous connaissez un projet, en France ou en Suisse, qui n'est pas sur la carte et que vous souhaitez communiquer à son propos, merci de prendre contact à l'adresse suivante : ocapi@enpc.fr.

Auteur : A. Joveniaux, OCAP1/LEESU-ENPC, 2023. Source : OCAP1 et Aneco.








Types de configurations

Etapes du système

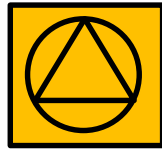
-  site de collecte
-  site de traitement
-  site de valorisation
-  Transport

Actors concerned

-  habitants
-  Acteur public
-  Entreprise
-  Association
-  Agriculteur

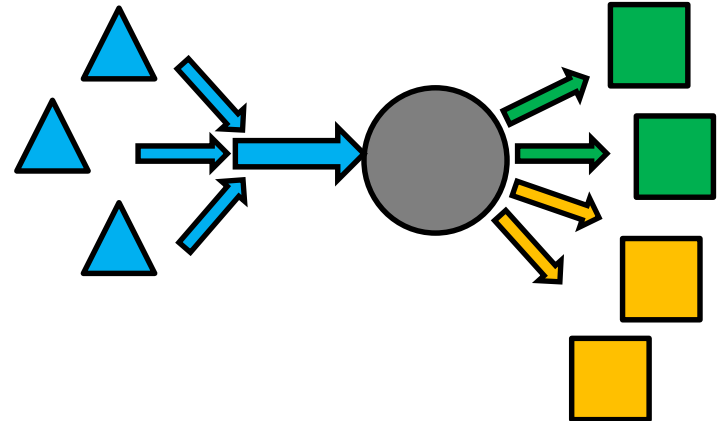
1. Autonome

(ex.: Au Clair du Quartier, habitat participatif, Grenoble)



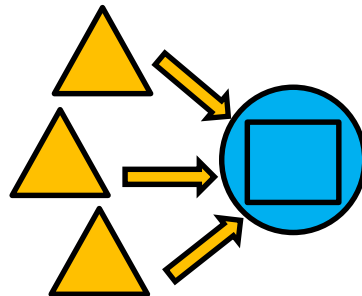
2. Collecte en porte-à-porte

(ex.: La Fumainerie, Bordeaux)



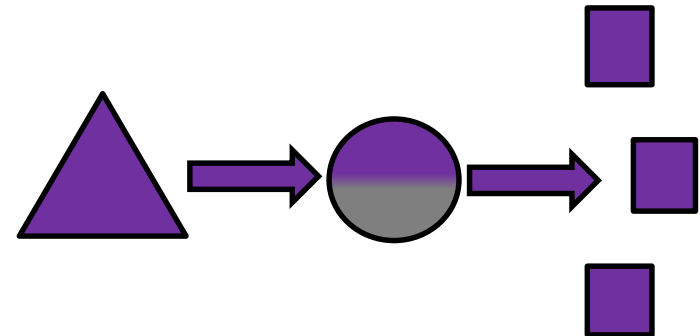
3. Point d'apport volontaire

(ex.: possible évolution de La Fumainerie)



4. Réseau public

(ex.: Saint-Vincent-de-Paul, Paris)



Obstacles fondamentaux

Déficit de connaissances

- Méconnaissance des problèmes et des solutions

Normes sociales

- Confort, hygiène = chasse d'eau
- Dégoût/déni des excréments

Freins au Développement

Obstacles économiques

- Faible organisation du marché
- Dépendance au sentier (infrastructures existantes)
- Absence de filière structurée
- Absence de synchronisation amont/aval

Obstacles logistiques

Obstacles réglementaires

- Cadre vague, incomplet, parfois bloquant



Obstacles institutionnels

- Soutien politique insuffisant
- Déconnexion relative entre assainissement et agriculture

- Partage des responsabilités
- Organisation en silos

- Coût d'apprentissage
- Déplacement des légitimités

Obstacles professionnels

Obstacles en termes de connaissances

Besoins pratiques des projets pilotes

Besoins réglementaires

- Entrer dans le cadre existant

Besoins logistiques

- Trouver les espaces nécessaires dans un contexte de coûts élevés du foncier
- Identifier des débouchés pour les fertilisants issus des excréments

Besoins organisationnels

- Identifier un coordinateur de projet
- Rencontrer les intérêts et contraintes des différentes parties prenantes

Besoins économiques

- Capacité d'autofinancement ou soutien public

Author: OCAPI - École des Ponts ParisTech, 2022.

Freins et leviers au déploiement de la séparation à la source

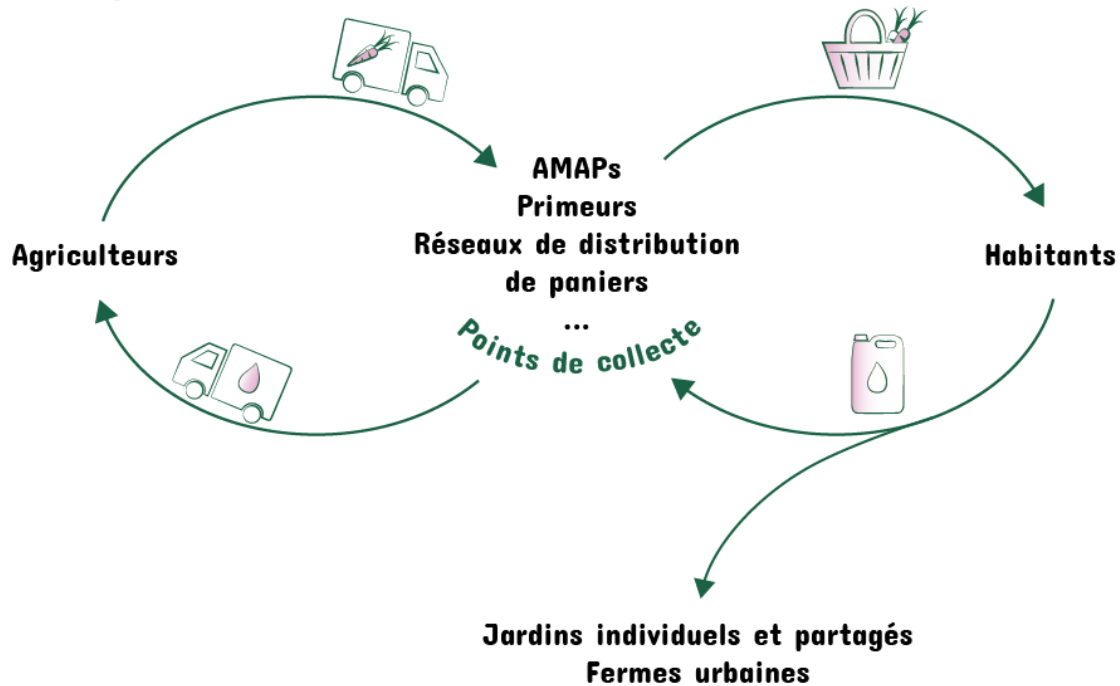
Axe Démonstrateurs

- Campus de l'École des Ponts



- Enville (Louise Raguet)





Projet KOLOS

Des filières de démonstration existent déjà en France et à l'étranger...
Comment les développer de manière durable sur notre territoire ?

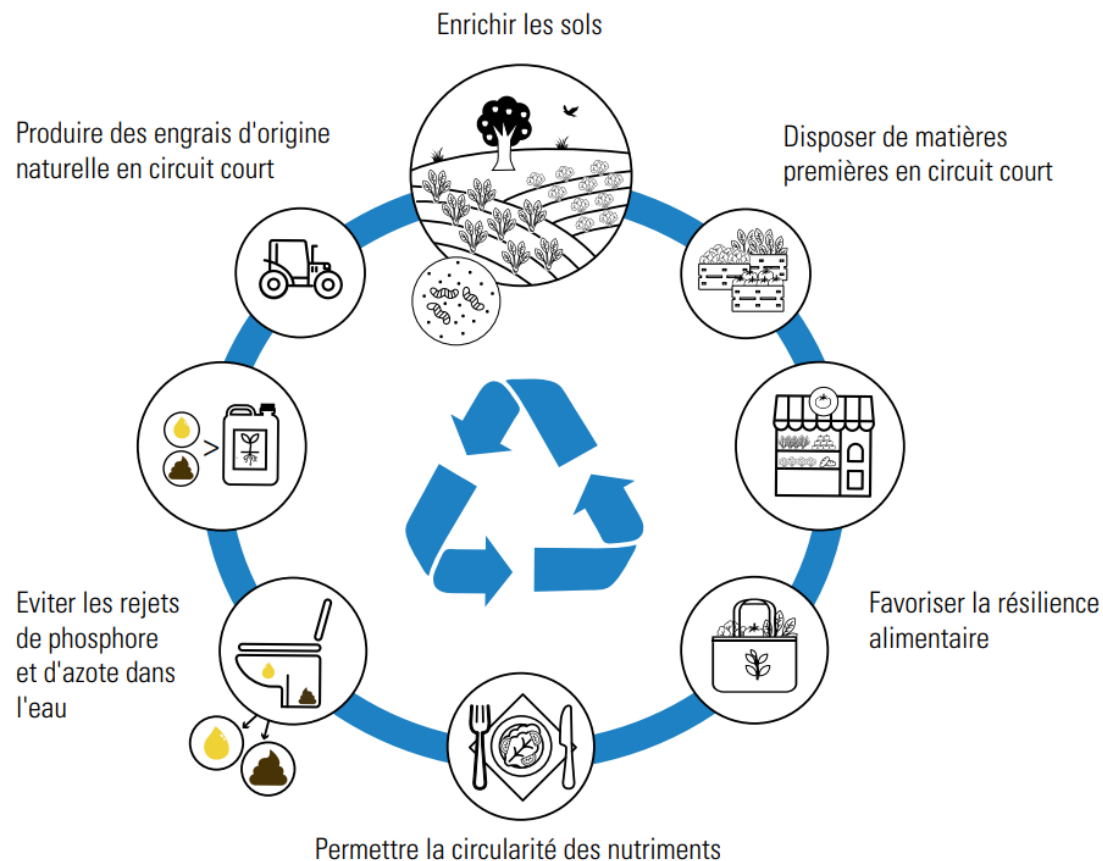
Développer des filières circulaires
entre assainissement et fertilisation des sols



**Valoriser
les urines et excréments
humains en agriculture**

PROJET KOLOS

2023-2025





OCAPI

Soutien au développement de la séparation à la source



Soutien au développement de la séparation à la source

- **1. Information et sensibilisation**

 - Outils de communication et productions documentaires

- **2. Appui à l'élaboration de politiques publiques**

 - préfiguration d'orientations stratégiques

1. Information et sensibilisation

- Outils mis en place

Site internet du programme OCAP

→ Centre de ressource

Lettre d'information

→ 1200 personnes touchées



Adresse de contact : ocapi@enpc.fr

→ Réponse aux demandes d'information concernant la séparation à la source des excréments

(~1 sollicitation par jour : entreprises, collectivités, acteurs agricoles, habitants...)

Réponses et collaborations avec les médias

→ Plus de 200 reprises médias sur la séparation à la source citant OCAP depuis 2018

- vidéo France 2 2019, reportage AFP 2022...

- réseaux sociaux (twitter > LinkedIn)



1. Information et sensibilisation

- Outils mis en place

Outils de sensibilisation

- Panneaux d'exposition, vidéo d'animation, chaîne vidéo en ligne, etc.
- Outils d'animation (Collaboration avec le réseau Graine, Les P'tits débrouillards...)
- Notes de Synthèse (IPR, PIREN SEINE), articles de vulgarisation (The Conversation)
- Spectacle de vulgarisation Humus Humains

Conférences, congrès, formations

~1 fois/semaine

**UN REGARD
SUR L'ALIMENTATION
FRANCIENNE
PAR LA BIOGÉOCHIMIE**

L'approvisionnement alimentaire de 12 millions de Franciliens met en mouvement d'énormes flux de matière. Au premier rang de ceux-ci, l'azote joue un rôle clé. Constituant principal des protéines de nos aliments, c'est lui qui contrôle la production agricole, mais ses pertes environnementales polluent l'eau et l'atmosphère. En suivant à la trace les flux d'azote, il est possible de caractériser bien des aspects du fonctionnement socio-

NOTE RAPIDE
DE L'INSTITUT PARIS REGION N° 202



ENVIRONNEMENT Juin 2021 | www.parisregion.fr

VALORISER L'AZOTE ET LE PHOSPHORE DES URINES POUR UNE MEILLEURE SÉCURITÉ ÉCOLOGIQUE ET ALIMENTAIRE

29 millions NOMBRES D'ANIMAUX D'ÉLEVAGE QUI CONSOMMENT DES PRODUITS D'ÉLEVAGE EN FRANCE

703 tonnes QUANTITÉ D'AZOTE CONTENU DANS LES PRODUITS D'ÉLEVAGE EN FRANCE

29 millions NOMBRES D'ANIMAUX D'ÉLEVAGE QUI CONSOMMENT DES PRODUITS D'ÉLEVAGE EN FRANCE

703 tonnes QUANTITÉ D'AZOTE CONTENU DANS LES PRODUITS D'ÉLEVAGE EN FRANCE

29 millions NOMBRES D'ANIMAUX D'ÉLEVAGE QUI CONSOMMENT DES PRODUITS D'ÉLEVAGE EN FRANCE

703 tonnes QUANTITÉ D'AZOTE CONTENU DANS LES PRODUITS D'ÉLEVAGE EN FRANCE

DE QUELLE MATIÈRE SOMMES-NOUS FUS ?

Tous les êtres vivants sont faits de matière organique, constituée d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, mais aussi d'azote et de phosphore. Ces deux éléments sont essentiels à la vie. Ils sont présents dans tous les organismes vivants, mais aussi dans les sols, l'eau et l'air.

UN SYSTÈME AGRICOLE DÉPENDANT DE RÉSOURCES FINIES

Depuis la révolution industrielle, les flux de matière organique sont devenus de plus en plus dépendants de ressources finies. Les engrais azotés et phosphatés sont produits à partir de ressources fossiles, ce qui les rend non renouvelables.

LES ENJEUX HUMAINS ASSOCIÉS

La production de ces engrais nécessite une quantité importante d'énergie fossile. De plus, les engrais azotés et phosphatés peuvent polluer l'eau et l'air, ce qui a des impacts négatifs sur la santé humaine.

LA VALORISATION AGRICOLE DES URINES

Une solution est de valoriser les déchets azotés et phosphatés produits par les animaux d'élevage. Ces déchets peuvent être utilisés comme engrais naturels, ce qui permet de réduire la dépendance aux engrais industriels.

LA SÉPARATION À LA SOURCE

Il est également possible de séparer l'azote et le phosphore des urines dès la source, ce qui permet de les valoriser plus facilement.

1. Information et sensibilisation

- Outil d'animation territoriale

Atelier

Des toilettes aux champs :

Complémentarité des territoires et filières de valorisation agricole des excréments

- Familiarisation des acteurs professionnels avec la thématique
- Scénarisation collective de filières de retour au sol
- Adaptable à différents types de territoire et tailles de projets

- **Projet KOLOS : territoire de la métropole de Lyon**
- **Projet TANGO (ANR) : Paris, Toulouse, Tulle (Corrèze)**



Programme d'actions



Élus



Opérateurs
urbains



Agriculteurs



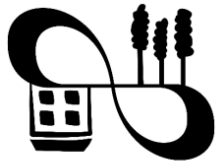
Commerçants



Citoyens

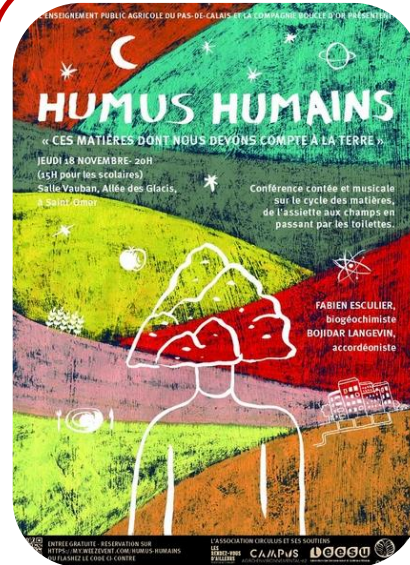
→ Mise en application en 2023

Forme associative pour
l'émergence d'actions
culturelles



CIRCULUS

ET SI NOUS RETOURNIONS NOS MATIERES
A LA TERRE NOURRICIERE ?



Conférence contée sur le
cycle de l'azote



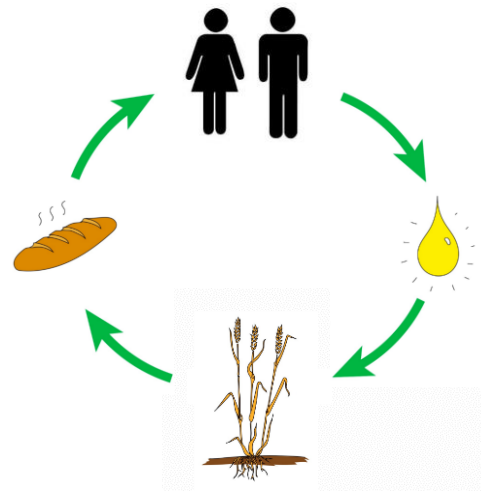
Tour de France de
l'Assainissement
écologique >>
podcast, expo photo

<https://www.enselles.fr/>

Biscodors



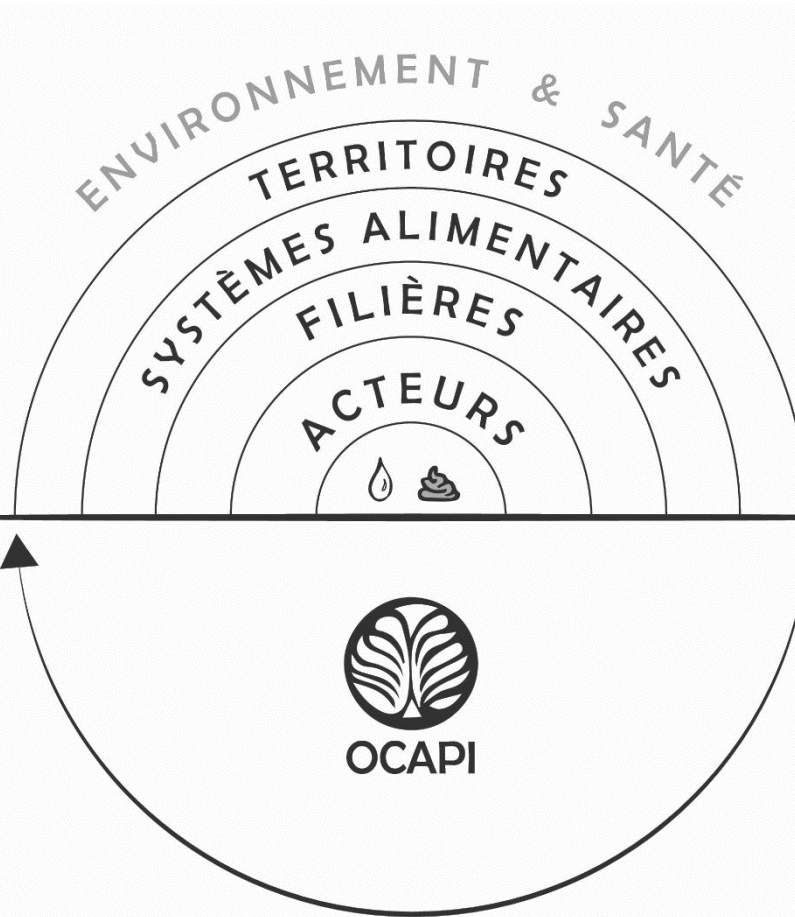
Production boulangère
issue d'une filière locale
d'agriculture circulaire
en Ile-de-France.



Merci !



OCAPI



École des Ponts
ParisTech



laboratoire eau environnement systèmes urbains

Programme de recherche
et action OCAPI

www.leesu.fr/ocapi

Marine LEGRAND
Fabien ESCULIER



GTT Séparation à la source



GTT séparation à la source

- **1. Fédération des acteurs**
 - Retours d'expérience, débats, productions éditoriales
- **2. Appui aux porteurs de projet**
 - Réponses aux demandes spécifiques



GTT Séparation à la source



Co-animation



Marine Legrand
Fabien Esculier



Jean-Pierre Tabuchi

Membres du groupe : ~ 70 personnes

Structures participantes : 44

- Acteurs publics, collectivités locales : 18
- Laboratoires de recherche : 3
- Associations : 8
- Entreprises : 14

Objectifs :

- Partage de retours d'expérience
- Inter-connaissance et mise en relation entre acteurs
- Production collaborative de documents de porter-à-connaissance & sensibilisation

Thèmes abordés :

Questions techniques

Questions réglementaires

Constructions de filières

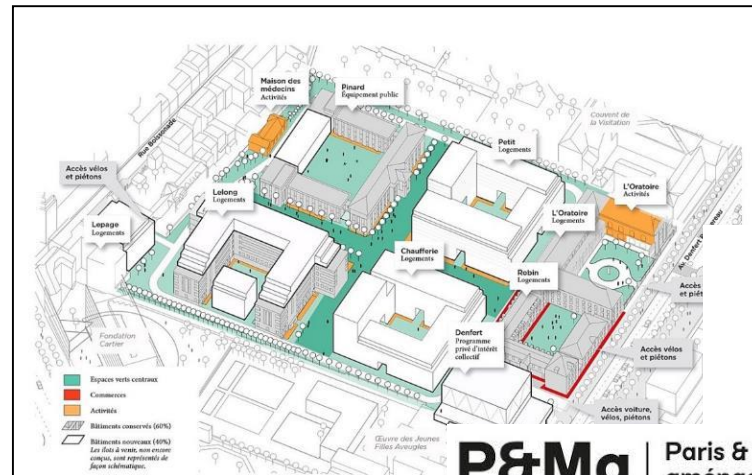
1. Fédération des acteurs

GTT séparation à la source, ARCEAU-Ile de France

→ Partage de retours d'expérience et présentation de projets pilotes



Habitat participatif & coopératives d'habitat
ex : coopérative Equilibre, Suisse
ex: L'Ôdôberge, Dol-de-Bretagne (24 logements)



P&Ma | Paris & Métropole aménagement

Ecoquartiers

Ex : Saint-Vincent de Paul, Paris (>600 logements)

1. Fédération des acteurs

GTT séparation à la source, ARCEAU-Ile de-France

→ Débats thématiques, rédaction collective de documents de porter-à-connaissance



COLLECTE SÉPARÉE DES URINES

Understenhöjden, Suède

Cet éco-village est un des plus écologiques de Stockholm, sa construction rassemblée au sein d'une aire par les résidents eux-mêmes. Le bâtiment comprend, au rez-de-chaussée, 11 toilettes sèches unitaires reliées à un composteur au sous-sol. S'y ajoutent 6 toilettes à eau au premier étage. Le compostage des matières s'effectue en sous-sol. Les lavais sont dirigés vers l'épandage, de même que les eaux ménagères. L'urine se déverse dans la surface pour fertiliser des cultures céréalières. Le compost est stocké dans des bacs et est raccordé au réseau municipal.

44 appartements

Cuves de stockage de 2 x 40 m³

FIGURE 1 Schéma de la collecte séparée des urines

SÉPARATION DES EXCRÉMENTS ET EAUX MÉNAGÈRES

Jenfelder Au, Hambourg, Allemagne, 2017

Le quartier Jenfelder Au a été mis en œuvre par le service public Hamburg Wasser (responsable de l'eau potable et de l'assainissement de la ville) en collaboration avec le concept de quartier Hamburg Water Cycle*. Le quartier compte 2 000 habitants, avec 835 logements, sur 35 ha. C'est le plus grand projet de séparation d'Europe. Les eaux ménagères sont collectées par un réseau gravitaire et pompées vers une station de traitement centralisée où elles sont traitées par lit bactérien puis rejetées vers le plan d'eau où sont traitées les eaux pluviales. L'eau ainsi collectée est utilisée pour l'arrosage en plus d'assurer les paysages. Les eaux vannes sont pompées sous-vide vers une station de traitement dans une zone d'activité. Elles y sont traitées par méthanisation. Le biogaz généré alimente la cogénération, pour la production de chaleur et d'électricité.

FIGURE 2 Schéma de fonctionnement du système d'assainissement de Jenfelder Au (traduction). Source: M. Legendre d'après Hamburgwatercycle.

Les données correspondent à l'ensemble de mise en service du système de séparation à la source, quand disponible.

FIGURE 3 Vue d'ensemble (a) et toilettes sèches (b) du centre de loisir F. Eboué. Source : Juan Sepulveda LT.

www.arceau-idf.fr/fr/gtt6

1. Fédération des acteurs

Etat des lieux du cadre réglementaire permettant la mise en œuvre de la séparation à la source et perspectives d'évolution.



- **Installations de collecte et traitement in situ**
 - Cadre réglementaire général de l'assainissement
 - Cas des toilettes sèches
 - Système de collecte sélective d'urine
 - Traitement et utilisation des eaux ménagères
- **Valorisation agricole des matières collectées**
 - Valorisation en tant que déchets : l'épandage réglementé
 - Sortir du statut de déchet les urines et matières fécales humaines

2. Appui aux porteurs de projets

Collectivités locales

Rôle de ces acteurs :

- portage direct d'équipement
- soutien au développement de filières

Gestionnaires de bâtiments privés

Rôle de ces acteurs : développement de la collecte

Particuliers / habitants

ex. Projet d'habitat participatif
Projet de réseau de collecte

Rôle de ces acteurs : développement de la collecte

- Conseils techniques et réglementaires
- Mise en relation
- Identification de débouchés possibles

2. Appui aux porteurs de projets

Structures de formation / veille

Rôle de ces acteurs :

- formation et partage d'information adaptées à des publics spécifiques

Associations environnementales

Rôle de ces acteurs :

- sensibilisation du grand public et plaidoyer

Bureaux d'Etude

ex : B.E. en urbanisme, environnement, assainissement

Rôle de ces acteurs :

- accompagnement de projets d'équipements, AMO

- Transfert d'informations et documentation
- Partage de connaissances à partir de cas concrets

2. Appui aux porteurs de projets

Acteurs de la gestion des matières organiques

ex : Loueurs et fabricants de toilettes sèches

Secteur du compostage

Rôle de ces acteurs :

- développement intégré des filières, dont traitement des matières

Acteurs agricoles

ex : Chambres d'agriculture ; lycées agricoles

Associations locales & nationales

Rôle de ces acteurs : développement de la valorisation agricole (expérimentations; évolutions réglementaires (Bio))

Acteurs publics nationaux

ex. ADEME, OFB

Rôle de ces acteurs :

- soutien au développement de politiques publiques

- Conseil technique et réglementaire
- Transfert d'informations et documentation
- Partage de connaissances à partir de cas concrets
- Soutien à la conduite d'expérimentations et d'enquêtes

- Construction d'une culture commune
- Partage de réflexions stratégiques

