



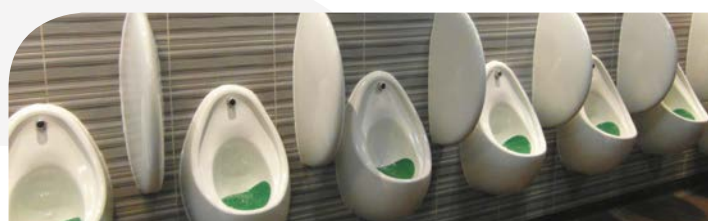
## La séparation à la source de l'urine

L'alimentation et l'excrétion constituent deux besoins physiologiques fondamentaux, qui participent à la circulation des nutriments entre les êtres humains et le reste du monde vivant. Néanmoins, dans les sociétés industrielles d'aujourd'hui, les modalités de production alimentaire et de gestion des excréments sont largement déconnectées les unes des autres. Ainsi, les nutriments, notamment azotés, sont traités selon des processus qui ne permettent qu'un faible taux de recyclage par retour sur les terres agricoles.

En outre, les systèmes alimentation/excrétion actuels sont caractérisés par une dépendance très forte envers les engrais de synthèse, une surconsommation de protéines animales aux conséquences environnementales et sanitaires multiples et un relargage considérable d'azote vers différents milieux.

Depuis quelques décennies déjà, certains pays européens tels que la Suède ou la Suisse travaillent sur la séparation à la source de l'urine. En effet, l'urine, qui concentre la très grande majorité des nutriments excrétés par le corps humain, offre un potentiel important de valorisation pour la fertilisation des cultures. Si la France a pris un peu de retard dans ce domaine, elle commence à le rattraper ces dernières années, notamment dans le cadre du programme PIREN-Seine.

Le but de ces recherches est d'étudier l'opportunité d'utiliser l'urine excrétée par les populations urbaines pour la production d'engrais agricoles, et de développer les moyens techniques et humains nécessaires à cette valorisation. À terme, l'objectif est non seulement de participer à l'orientation des systèmes agroalimentaires vers des dynamiques circulaires, mais également de reconnecter les territoires urbains et ruraux, tant matériellement que socialement.



### La séparation à la source de l'urine au PIREN-Seine

- **Axe 1 : Territoires et usages du bassin**
  - > **Thème 1 : Identification des dynamiques, constructions de scénarios, étude des transitions**
    - Évolution des systèmes agricoles
    - Analyse des dynamiques des systèmes urbains
    - **Métabolisme territorial et trajectoire socio-écologique**
  - > **Thème 2 : Evaluation des conséquences en termes de flux, de qualité et de durabilité**
- **Axe 2 : Fonctionnement des corridors hydroécologiques (CHE)**
- **Axe 3 : Connaissance et devenir des territoires**

Trois laboratoires du PIREN-Seine (METIS, LEESU, Géographie-Cités) ont initié en 2014 le programme de recherche et action OCAPI pour étudier la séparation à la source de l'urine. Ce programme s'insère dans le bloc T1 de l'axe 1, intitulé « Métabolisme territorial et trajectoire socio-écologique ». Un thèse, entamée en 2015 et portant sur cette thématique a été soutenue en mars 2018.



## Les limites d'un système linéaire surconsommateur

Le métabolisme alimentaire actuel de la région parisienne témoigne des transformations du système agroalimentaire depuis les années 1950. Celles-ci se caractérisent par un recours accru aux engrais issus du secteur de la chimie de synthèse et un accroissement de la consommation de protéines, lié à un accès facilité aux denrées alimentaires d'origine animale.

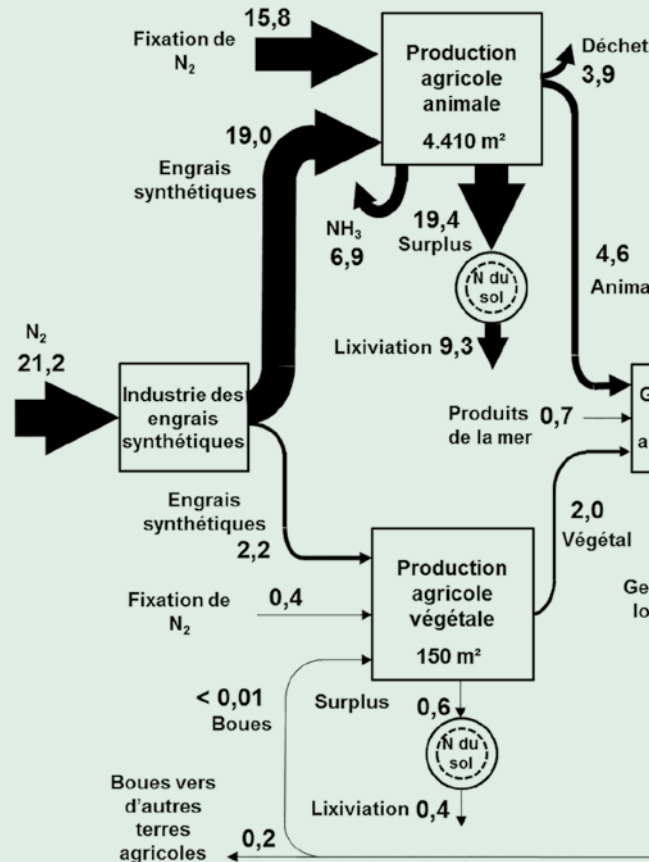
Si l'Organisation Mondiale de la Santé a établi à 3,5 kg d'azote par personne et par an (kgN/pers/an) la quantité d'azote dont un corps humain a besoin, les parisiens en consomment près de 5 kg, dont 3,5 kg d'origine animale. Ce surplus est démultiplié au niveau de la quantité d'azote nécessaire à la production des denrées. Actuellement, pour alimenter un habitant de la région parisienne, il faut plus de 35 kg d'azote, dont 21 kg d'origine synthétique.

De grandes pertes d'azote interviennent tout au long de la chaîne de production et de distribution. Rejeté dans l'environnement, notamment par le lessivage des sols cultivés, l'azote enrichit les milieux aquatiques, entraînant une eutrophisation des cours d'eau et des zones littorales. Par ailleurs, au-delà d'un certain seuil, la pollution aux nitrates rend l'eau impropre à la consommation humaine. Une partie de l'azote est également rejetée dans l'atmosphère sous forme de composés nocifs. Enfin, la fabrication d'engrais synthétiques s'appuie sur la transformation de l'azote atmosphérique inerte en azote réactif. Elle consomme, pour ce faire, une grande quantité d'énergie, notamment d'origine fossile.

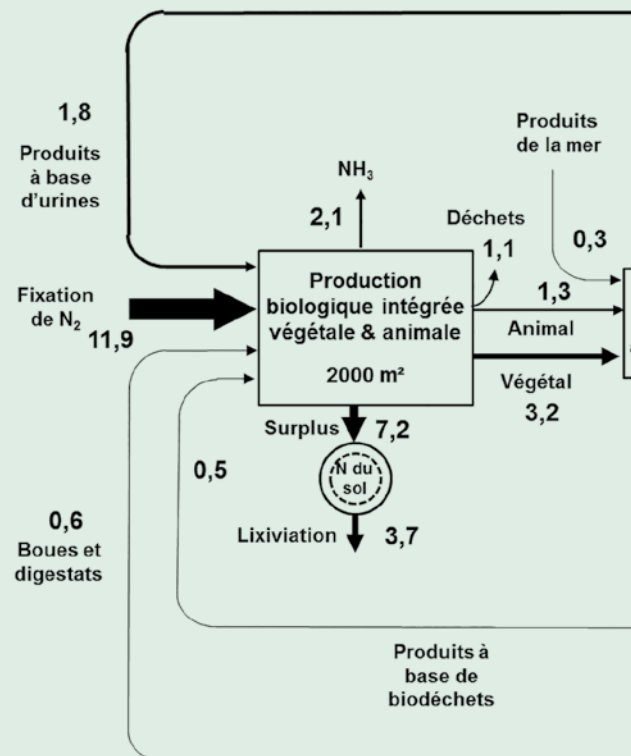
À cette perte d'azote liée à la production alimentaire s'en ajoute encore une autre, en toute fin de chaîne. En effet, l'azote que nous excrétons se retrouve dans les eaux usées qui seront traitées au niveau des stations d'épuration. Au sortir de ces stations, un tiers de l'azote est encore rejeté en rivière et seule une faible partie de l'azote sera valorisée au travers des boues, épandues dans les champs. Au total, l'économie parisienne de l'azote est presque entièrement linéaire, avec un taux de recyclage de 5% seulement.

Pour faire évoluer le métabolisme urbain vers la circularité, les chercheurs du PIREN-Seine ont distingué quatre leviers principaux : le changement des pratiques agricoles, la sobriété du régime alimentaire, la limitation du gaspillage alimentaire et le recyclage des ressources associées, notamment l'urine des populations.

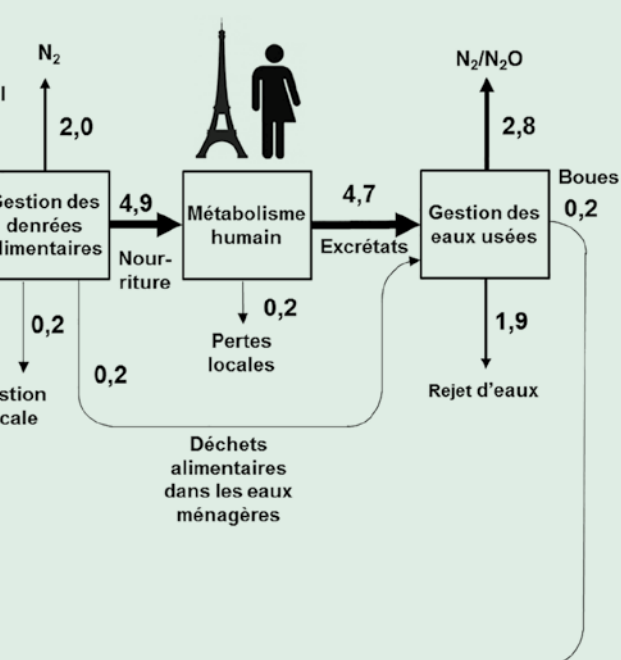
### Empreinte azote d'un habitant de l'agglomération



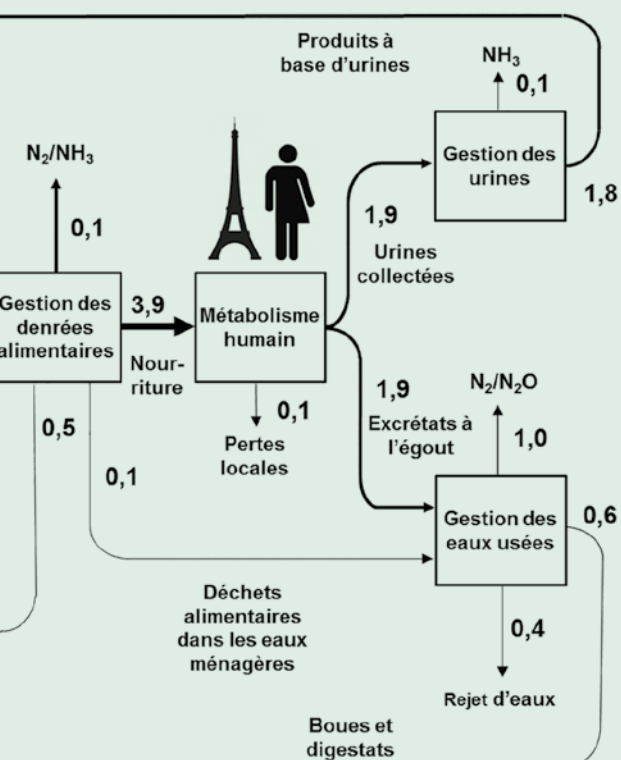
### Empreinte azote d'un habitant de l'agglomération par



## Parisienne aujourd'hui (kgN/pers/an)



## Parisienne envisageable à l'horizon 2050 (kgN/pers/an)



## L'urine : une ressource plutôt qu'un déchet

Depuis les années 1990, en Suède, de nombreux éco-villages ont adopté des toilettes comportant un réseau séparé de collecte de l'urine par rapport au reste des eaux usées. En Allemagne, en Suisse ou en Hollande, les travaux se sont également orientés dans les années 2000 vers le développement de procédés de fabrication de fertilisants à base d'urine humaine.

La récupération de l'urine des populations urbaines permet de reconsidérer les matières issues de l'excrétion humaine non plus comme un déchet mais comme une ressource. En France, c'est principalement à travers l'emploi de toilettes sèches chez des particuliers ou lors d'événements festifs que la problématique de la séparation des urines a émergé. Ce n'est qu'en 2014 que les premières recherches scientifiques sont lancées dans ce domaine, à Paris dans le cadre du PIREN-Seine et à Toulouse au LISBP.



Des toilettes avec séparation de l'urine

L'évolution d'un système linéaire, gourmand en énergie et polluant, vers un système circulaire, non polluant et sobre en nutriments passe par une transformation d'ensemble. Dans la lignée des scénarios d'agriculture durable élaborés ces dernières années au PIREN-Seine, un scénario complet, agricole et urbain, de système alimentation/excrétion soutenable à l'horizon 2050 a été élaboré.

Concernant l'alimentation, ce scénario comporte une réduction importante de la consommation de protéines animales. Les agro-systèmes coupleraient polyculture et élevage, avec des pertes réduites et la fin de l'utilisation des engrais de synthèse. S'y substituerait, en plus des fumures d'origine animale, des engrais produits à partir de la gestion séparée des matières fécales et des urines, ainsi que des biodéchets issus de la transformation et de la distribution des denrées alimentaires. Au total, la valorisation des déchets pourrait ainsi représenter près de 20% des besoins agricoles en azote.

## Vers une transition socio-écologique du bassin

La séparation à la source de l'urine et sa valorisation comme engrais implique un changement de paradigme. Elle participe ainsi à construire les bases d'une transition socio-écologique vers un régime soutenable des systèmes alimentation/excrétion urbains.

### Le programme OCAP

Le travail mené au PIREN-Seine a constitué la première phase d'un programme de recherche et action réunissant trois laboratoires de recherche (LEESU, METIS, Géographie-Cités) et des organismes publics (l'Agence de l'eau Seine-Normandie, le SIAAP et le ministère de la Transition écologique et solidaire). Intitulé « Optimisation des cycles carbone, azote et phosphore en ville (OCAP) », ce programme vise depuis 2014 à étudier et accompagner les évolutions possibles des systèmes alimentation/excrétion urbains. En s'intéressant aux mutations liées aux flux de nutriments urbains et en particulier à la gestion des excréments urbains de nutriments, il participe à réouvrir, un siècle après sa disparition, le débat sur les modalités de gestion des urines et matières fécales en ville et les multiples possibilités de gestion alternatives au tout-à-l'égout. Le programme se poursuit sur une deuxième phase (2018-2021), permettant la mise

en commun des résultats obtenus avec les acteurs concernés à l'échelle francilienne et l'ouverture de nouveaux travaux de recherche, concernant notamment les dimensions urbanistiques, agronomiques et culturelles de la valorisation agricole des urines humaines.

### Penser la ville dans la société de demain

La thèse écrite dans le cadre de la phase 1 du programme OCAP établit un premier état des lieux du système alimentation/excrétion de l'agglomération parisienne et introduit la pertinence de la mise en place de la séparation à la source de l'urine. Elle fait également le lien avec d'autres recherches menées actuellement au sein du programme sur le métabolisme alimentaire des villes, leur dynamique et leur devenir. C'est dans ce cadre que les mécanismes à l'œuvre lors des transitions socio-écologiques et socio-techniques sont étudiés, pour comprendre quels sont les facteurs qui permettent à une société de passer d'un système de production à un autre. La séparation à la source s'inscrit donc parfaitement dans ce domaine de recherche et apporte des pistes pour penser et construire la ville de demain.

Le site web du programme OCAP : <https://www.leesu.fr/ocap>

Pour plus d'informations sur cette thématique : [ocap@enpc.fr](mailto:ocap@enpc.fr)



Pour plus d'informations, rendez-vous sur [www.piren-seine.fr](http://www.piren-seine.fr)

Contact :  
alexandre.delomenie  
@arceau-idf.fr

Cellule transfert  
du PIREN-Seine  
4 place Jussieu  
Case 105  
75005 Paris



Crédits photos : bandeau couverture  
© Ratikova/Depositphotos  
Photo p.3 © SuSanA Secretariat

Edition : ARCEAU-IDF 2018 - [www.arceau-idf.fr](http://www.arceau-idf.fr)

Création graphique : id bleue (Sablé)  
[www.idbleue.com](http://www.idbleue.com)

ISSN : 2610-0916

Le **PIREN-Seine** est un programme de recherche interdisciplinaire dont l'objectif est de développer une vision d'ensemble du fonctionnement du bassin versant de la Seine et de la société humaine qui l'investit, pour permettre une meilleure gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau.

Cette fiche est éditée par la **Cellule transfert** du PIREN-Seine, financée par l'Agence de l'eau Seine-Normandie et l'EPTB Seine Grands Lacs et animée par l'association ARCEAU-IDF.

#### Les partenaires du PIREN-Seine

