



OCAPI

Infocapi n°13 – janvier 2023

Toute l'équipe du programme OCAPI a le plaisir de vous adresser ses meilleurs vœux pour l'année 2023, en souhaitant qu'elle soit féconde en bifurcations écologiques, sanitaires et sociales.

Pour le programme [OCAPI](#), la fin de l'année 2022 a été jalonnée de multiples finalisations de projets de recherche. L'équipe est aussi heureuse de bénéficier du concours de nouveaux collègues.

- Le projet ANR TANGO et le projet Horizon Europe P2Green financent des travaux sur une approche territorialisée des filières de séparation à la source dans la gestion des urines et matières fécales humaines et les synergies possibles avec la valorisation des biodéchets.
- Le projet européen CAFE (Action Marie Skłodowska-Curie), porté par Tanguy Fardet qui rejoint l'équipe, vise à produire un outil de modélisation des flux de nutriments urbains pour optimiser leur retour au sol.
- Une thèse commence dans le cadre du projet KOLOS sur le rôle des démonstrateurs dans le déploiement de la séparation à la source. Florent Brun, qui avait déjà travaillé au sein d'OCAPI dans le cadre du projet Agrocapi nous rejoint à nouveau pour coordonner ce projet.
- Une étude a été lancée sur le devenir des résidus de médicaments dans l'urine (Méd-UrinAgri, financement C-BASC).
- Barbara Redlingshofer, de l'UMR SAD-APT, porte désormais le [projet POPCORN](#) en étroite collaboration avec l'équipe OCAPI.
- Enfin Sophia Jolard a rejoint Louise Raguet en tant que stagiaire en design dans le [projet ENVILLE](#).

Cet Infocapi présente aussi l'abondante production du programme ces derniers mois sur nos cinq axes de recherche-action (métabolisme, agricultures, dynamiques sociales, démonstrateurs, santé).

Nous nous réjouissons de voir que la séparation à la source est de plus en plus reprise dans les documents stratégiques. En septembre 2022, c'est le PRACC (Plan de protection, de résistance et d'adaptation de la région Ile-de-France face au changement climatique) qui entérinait le soutien à la séparation à la source. Si les pratiques de séparation à la source sont encore relativement peu encadrées explicitement, les projets déjà réalisés ou en construction montrent que de nombreuses voies réglementaires existent déjà pour la mettre en œuvre. Benoît Schmaltz, maître de conférence en droit, apporte désormais son concours au groupe de travail « Séparation à la source » d'ARCEAU-IF et souligne le fait que la plupart des grands principes du droit de l'environnement favorisent déjà la séparation à la source (principes d'économie circulaire, de sobriété, etc.). Ainsi l'article L110-1 du code de l'environnement indique que « la protection [...] de la qualité de l'eau [...] s'inspire [...] du principe d'action préventive [...], par priorité à la source ». En attendant la note réglementaire à paraître bientôt par le GTT ARCEAU-IF, le programme [OCAPI](#) apporte déjà de multiples ressources pour accompagner celles et ceux qui souhaitent répondre à cette injonction réglementaire en s'abstenant, à la source, d'uriner ou déféquer dans l'eau !

Et nous aurons le plaisir de débattre de tous ces enjeux le 21 mars après-midi au [Mardi de l'Info, conjointement organisé par l'ASTEE et ARCEAU-IF](#) pour faire le point, 8 ans après le premier mardi de l'info francilien sur la séparation à la source, sur la dynamique qu'a connue ce sujet.

Equipe scientifique

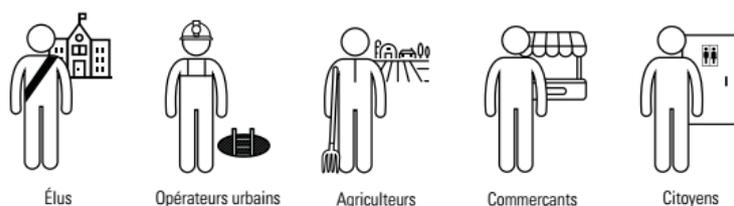


Partenaires scientifiques, techniques et financiers



LES ACTUALITÉS DU PROGRAMME

SUR LA PISTE DES DEMONSTRATEURS (PROJET KOLOS)



Le projet de recherche-action KOLOS¹ s'intéresse aux systèmes d'assainissement des petites collectivités, de 200 à 10 000 EH. Il vise à mener une analyse sociotechnique de la mise en place de filières de séparation à la source des urines et matières fécales, avec deux angles d'approche privilégiés : dans la lignée des travaux du projet Agrocapi, il porte une attention particulière aux attentes du monde agricole, considéré comme moteur nécessaire au développement des filières. Il porte également une réflexion sur la notion de *démonstration*. Les contextes ciblés sont deux collectivités, périphériques et rurales, de la Métropole de Lyon, partenaire technique et financier du projet. A vocation opérationnelle, ce projet permet de soutenir l'initiative de la Métropole dans le déploiement d'un démonstrateur, du maillon « fertilisation » au maillon « collecte ». A partir de ces études de cas, l'ambition du projet est d'analyser les ressorts permettant un possible essaimage dans des territoires aux contextes variés. Ce projet qui met l'accent sur la démarche de démonstration (de la genèse à l'opérationnalité des filières), s'intéresse aussi bien aux dynamiques sociales en lien avec la séparation à la source, qu'à la modélisation des enjeux techniques et environnementaux de ces filières et aux pratiques agronomiques impliquées dans le métabolisme des nutriments issus des excréments humains. Rendez-vous dans quelques mois pour les premiers résultats !

Calendrier : 2022-2025

Cofinancement : La Métropole de Lyon

Collaboration : Laboratoire TBI, INSA Toulouse

Coordination : Florent Brun (LEESU)

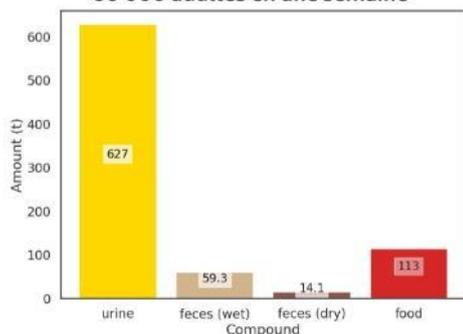


En savoir plus ([plaquette de présentation](#)).

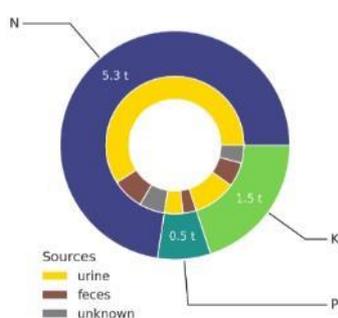
¹ Du grec *Kopros*, les excréments et *Tholos*, la circularité.

SCENARIOS PROSPECTIFS POUR DES ECOSYSTEMES AGRI-ALIMENTAIRES CIRCULAIRES (PROJET CAFE)

Matières organiques générées par 60 000 adultes en une semaine



Gisement associé de nutriments dans les excréments



Dans un monde de plus en plus urbain, la séparation à la source des matières organiques, ainsi que leur valorisation, seront probablement essentiels à la viabilité à long terme des systèmes agri-alimentaires et de gestion des déchets. La transformation des résidus alimentaires et des excréments humains peut en effet fournir des ressources précieuses (compost, engrais, énergie) et, à terme, supprimer la dépendance aux engrais de synthèse.

Le projet CAFE (Circular Agri-Food Ecosystems) développera des scénarios prospectifs pour l'utilisation des matières organiques urbaines, en étudiant les impacts potentiels de la valorisation des nutriments et sa capacité à amener le système agri-alimentaire sur la voie de la circularité. À cette fin, nous évaluerons la possibilité de changements alimentaires (faible consommation de viande et régimes à base de plantes) ainsi que des pratiques agro-écologiques et à faible utilisation d'engrais, et nous les comparerons aux situations habituelles.

L'objectif sera d'évaluer la faisabilité technique de chaque scénario et de quantifier dans quelle mesure ils peuvent améliorer la soutenabilité des systèmes agri-alimentaires. CAFE vise également à produire une base de donnée et des outils d'aide à la décision en *Open Source*.

Calendrier : octobre 2022- mars 2025

Financement : Action européenne Marie Skłodowska-Curie

Partenaire : Institut Paris Région

[En savoir plus](#)

VERS UNE GESTION CONJOINTE ENTRE BIODECHETS ET EXCRETATS (PROJET TANGO)

Comment gérer biodéchets et excréments de façon conjointe, en fonction des configurations urbaines ? C'est à cette question que s'attèle le projet TANGO. Elle sera explorée de manière interdisciplinaire, en combinant une étude des procédés de traitement envisageables, l'évaluation des flux de matières concernées selon différents scénarios modélisés, et une analyse des enjeux sociotechniques associés à cette transition. En effet, pour accompagner le déploiement de nouvelles filières, une meilleure compréhension des facteurs de changement est nécessaire, aussi bien à l'échelle de projets individuels que pour les acteurs de l'aménagement urbain, de l'assainissement et des déchets. Enfin, la grande diversité des acteurs impliqués impose de construire collectivement les futures filières.



Ici, nous nous appuyons sur des outils d'animation inspirés des *serious game* déjà utilisés dans le domaine de l'assainissement.

Les travaux menés combineront :

- Le développement d'outils de modélisation permettant d'évaluer des scénarios temporels de gestion des matières organiques et nutriments à l'échelle urbaine,
- Des expérimentations de procédés de stabilisation des matières organiques séparées et en mélange pour diminuer les fréquences de collecte et améliorer le rendement,
- L'analyse sociotechnique de la dynamique de diffusion de la séparation à la source en milieu urbain et des synergies avec la gestion des matières organiques,
- Le développement et le déploiement d'outils d'animation et d'accompagnement auprès de collectivités.

Calendrier : 2023-2025

Financement : Agence Nationale de la Recherche

Partenariat : Toulouse Biotechnology Institute, LEESU, SOLAGRO, LE SOMMER environnement, MEIKO, Toulouse Métropole.

[En savoir plus](#)

UNE APPROCHE TERRITORIALISEE DES FILIERES DE SEPARATION A LA SOURCE (PROJET P2GREEN)



Le projet P2GreenN, financé par Horizon Europe, vise à favoriser les approches « circulaires » dans la gestion des flux de nutriments d'azote (N) et de phosphore (P), en s'attachant à la question de la gouvernance. Cela passera par la mise en œuvre et la démonstration de solutions innovantes de valorisation des excréments urbains, en vue d'une récupération, à des fins de fertilisation, de l'azote et du phosphore qu'ils contiennent.

Des projets pilotes seront ainsi menés dans trois régions pilotes allant de la région de la mer Baltique à la région d'Axarquía dans le sud de l'Espagne, en passant par la zone métropolitaine de Hambourg-Hannovre. Cette approche sera étendue à d'autres régions en Italie, en France, en Grèce et en Hongrie. P2GreenN doit en outre permettre aux décideurs politiques de reproduire les modèles régionaux durables d'économie circulaire, élaborés au sein du projet, dans tous les contextes régionaux d'Europe. Pour faciliter ce changement systémique, le projet s'attachera à développer des stratégies de co-création incluant la participation de toutes les parties prenantes concernées ainsi que des modes de gouvernance harmonisés d'une région à l'autre, favorisant ainsi l'innovation de façon transversale.

Financement : Horizon Europe

Calendrier : 2023-2026

Partenariat : Ce projet regroupe 32 partenaires européens (laboratoires de recherche, entreprises, associations et collectivités locales). Le LEESU, ainsi que la Ville de Paris, sont les partenaires du projet pour la France.

[En savoir plus](#)

QUEL DEVENIR DES MICROPOLLUANTS DANS L'URINE HUMAINE (PROJET MED-URINAGRI)

Le projet Méd-Urinagri vise à déterminer les concentrations d'une cinquantaine de micropolluants organiques, essentiellement des résidus de médicaments, dans des urines collectées dans différents contextes, après différents types de traitement. Des analyses ciblées et non-ciblées permettront d'obtenir des empreintes des micropolluants organiques, y compris des métabolites et des produits de transformation, potentiellement présents dans les urines et de suivre leur devenir après traitement et apport au sol. Ce projet permettra de mieux documenter la présence de résidus de médicaments dans les urines humaines traitées ou non et l'impact sur les sols, et facilitera l'émergence d'autres projets de valorisation, notamment en maraîchage. Il s'inscrit dans la démarche de laboratoire vivant « VivAgriLab ».



Financement : Appel à Projets de Recherche, Innovation et Formation C-BASC 2022

Coordination : Marjolaine Deschamps (UMR Ecosys), Christine Aubry (UMR SADAPT), Julien Le Roux (LEESU / UPEC), en partenariat avec Terre et Cité.

NOS DERNIÈRES PUBLICATIONS

Voici une sélection de nos dernières publications, pour approfondir le sujet qui nous occupe selon différents angles d'approches. Pour aller plus loin encore, retrouvez l'ensemble des publications d'OCAPI dans [notre bibliothèque](#)



Axe Métabolisme

[Le cycle de l'azote dans les systèmes alimentation/excrétion : le potentiel des excréctions humaines utilisées comme engrais](#) Starck, T., Esculier, F., 2022, N workshop, Madrid.

En utilisant des données opérationnelles, cette étude revient sur la circulation des flux d'azote au niveau national en France. Elle montre que le taux d'abattement de l'azote dans les STEP françaises a augmenté dans les années 2000 mais stagne depuis les années 2010, libérant environ 1/3 de la pollution entrante dans les eaux. Seuls environ 10% du N est recyclé en engrais sous forme de boues épandues sur les cultures. L'azote restant est principalement dénitrifié et perdu dans l'atmosphère. Alors que l'azote excrété par les humains a été largement recyclé en agriculture à la fin du XIXe siècle, de nombreuses techniques sont actuellement (re)développées et (re)mises en œuvre pour ce faire. L'étude explore, toujours au niveau national, l'apport potentiel de l'azote humain dans le cadre d'une transition du système alimentation-excrétion (régime moins carné, augmentation de la fixation symbiotique par les légumineuses...). Ainsi, recycler les excréctions humaines réduirait de manière substantielle les pertes et pollutions azotées tout en augmentant l'autonomie alimentaire de la France.



[Valoriser l'azote de nos eaux usées](#) 1^{er} webcafé Innov'actions du comité recherche de l'ASTEE

Le 15 décembre 2022 s'est tenu le premier webcafé Innov'Actions du comité recherche de l'ASTEE. Il portait sur la valorisation de l'azote de nos eaux usées et a montré l'intérêt de compléter les approches « bout du tuyau » avec des actions à la source, en particulier dans le cas de la valorisation de l'azote. Les présentations étaient faites par Fabien ESCULIER (OCAPI), Bilel Afrit (SIAAP) et Mathieu Spérandio (TBI). [L'intégralité du webcafé est visionnable](#) sur la chaîne vidéo de l'ASTEE et reprise sur [celle du programme OCAPI](#).

Axe Agricultures



[Projet Agrocapi – Étude de filières de valorisation agricole d'urinofertilisants – Rapport final](#). Esculier F. et al., 2022, [Résumé](#).

L'objectif du projet Agrocapi a été d'étudier les filières aujourd'hui envisageables de valorisation de l'urine humaine en agriculture, sous forme de matières fertilisantes nommées urinofertilisants (UF). Ce projet de recherche déployé sur cinq ans, a combiné plusieurs angles d'approche : revue de littérature sur les traitements de l'urine, essais au champ, évaluation des risques associés aux résidus pharmaceutiques, analyse de cycle de vie, filières envisageables en fonction des configurations territoriales. Les résultats sont à retrouver sous forme synthétique dans le rapport final d'Agrocapi, ainsi que dans les enregistrements du colloque de restitution.



[Comparative study of environmental impacts related to wheat production with human-urine based fertilizers versus mineral fertilizers](#), Martin T.M., Aubin J, Gilles E, Auberger J, Esculier F, Levavasseur F, McConville J, Houot S, 2022. *Journal of Cleaner Production*, 135123.

Quels sont les impacts et bénéfices environnementaux associés à l'utilisation d'urine humaine en agriculture ? Cette étude s'appuie sur la méthode des « analyses de cycle de vie » pour évaluer les incidences environnementales de scénarios de production de blé fertilisé avec trois urino-fertilisants différents : urine stockée, urine concentrée nitrifiée et urine déshydratée alcalinisée. Ils sont comparés à un scénario de référence, avec utilisation d'engrais minéraux pour la production de blé et traitement de l'urine en STEP.

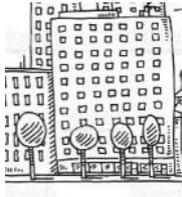
Les impacts environnementaux associés aux urino-fertilisants sont inférieurs à ceux du scénario de référence pour différentes dimensions : changement climatique, eutrophisation, consommation de ressources fossiles et d'eau. Deux points de vigilances sont mis en avant, en fonction des traitements utilisés : la volatilisation de l'ammoniac et la consommation d'énergie. L'étude montre ainsi qu'au-delà du bouclage des cycles des nutriments, l'emploi d'UF permet également une réduction globale des impacts environnementaux de la fertilisation en agriculture et du traitement des eaux usées.



[Fermer les cycles de nutriments pour une agriculture soutenable : Analyse des freins et leviers à l'utilisation d'excréments humains en agriculture biologique](#). Marandet, O. 2022. Projet d'ingénieur en Laboratoire ENPC.

La sortie de l'agriculture biologique de son statut de niche et la bifurcation globale vers une agriculture européenne soutenable nécessite un examen approfondi des questions du retour au sol des nutriments. En effet, à un certain stade de développement, l'agriculture biologique rencontrera des limites pour son approvisionnement en matières fertilisantes, notamment en phosphore. Cette étude, qui s'appuie sur une série d'entretiens avec des acteurs du secteur, se penche sur les freins et leviers à l'intégration des excréments humains en bio. On conclut que, sous réserve d'un abattement des résidus pharmaceutiques et de procédures de contrôle, il semble plausible que des fertilisants à base d'excréments humains puissent être autorisés en agriculture biologique. Les modalités de cette ouverture peuvent toutefois être plus ou moins restrictives, et le délai avant cette ouverture dépendra fortement de la volonté collective à faire avancer ce sujet au niveau européen.

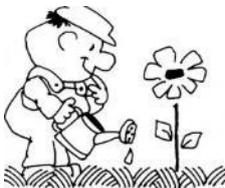
Axe Dynamiques sociales



[Towards the development of source separation and valorization of human excreta? Emerging dynamics and prospects in France.](#) Joveniaux, A., Legrand, M., Esculier, F., De Gouvello, B., 2022. *Frontiers in Environmental Sciences*. 10:976624. doi: 10.3389

En Europe, la séparation à la source des excréments humains serait en train d'atteindre une phase de « décollage » (Larsen et al, 2021). Qu'en est-il en France ? Cet article interdisciplinaire s'intéresse à l'émergence de la séparation à la source des excréments en milieu urbain, sous un angle territorial. Il s'appuie sur une analyse transversale de projets expérimentaux situés dans trois villes françaises (Paris, Bordeaux, Grenoble), complétée par la mobilisation d'outils d'analyse associés à l'étude des trajectoires d'innovation. Il s'intéresse aux trajectoires et facteurs de développement de la séparation à la source en France, ainsi qu'aux dynamiques de mise en œuvre dans différents contextes territoriaux.

Notre analyse montre que la séparation à la source est toujours en phase d'émergence en France, via des expériences et des approches diversifiées. Cette diversité concerne aussi bien les choix sociotechniques associés à chaque projet, que les formes d'organisation territoriale des filières. Quels sont les freins et leviers à la montée en puissance de ces pratiques nouvelles ? Au-delà des questions techniques, nous identifions une série de dimensions à prendre en compte, parmi lesquelles le partage de valeurs communes, l'alignement des acteurs, les modes d'organisation. Enfin, nous explorons les directions possibles pour le déploiement de la séparation à la source, entre la diffusion d'une solution homogène et la poursuite d'approches spécifiques en fonction des territoires.



[Les usages urbains de l'urine comme fertilisant. Etude des pratiques de gestion alternative de l'urine par le jardinage dans les sphères domestique et associative d'Ile-de-France.](#) Weingart, L. 2022. Mémoire de Master 1 *Urbanisme et aménagement*, Université Paris 1.

Alors que la pratique des toilettes sèches domestiques est encore extrêmement marginale en ville, certains citadins choisissent... de ne plus faire pipi dans les toilettes. Autrement dit, de soustraire tout ou partie de leur urine au système conventionnel d'assainissement (toilettes à chasse d'eau, tout-à-l'égout, station d'épuration), et de s'en servir comme engrais. Pour mieux comprendre ces pratiques, une enquête par entretiens a été menée en 2022 dans la région de Paris. Différents contextes ont été considérés : la sphère domestique et les jardins partagés. Cette enquête s'intéresse aux motivations de ces jardiniers, aux techniques employées pour collecter et valoriser l'urine. Elle se penche sur la façon dont on apprend à manipuler cette matière souvent perçue comme « dégueulasse » dans un contexte spatialement et socialement contraint. Elle s'intéresse enfin à l'inscription de la pratique de l'urine comme engrais dans une réflexion plus large sur la remise en question du système conventionnel d'assainissement.



[Cultiver la ville et ses abords : quelles formes d'utilisation pour les fertilisants d'origine humaine ?](#) Brun, F., Weingart, L. Joveniaux, A., de Gouvello, B., Legrand, M. 2022. Colloque de l'Union Géographique Internationale. Paris

Au XIX^e siècle, l'utilisation d'engrais humains formait une composante à part entière des pratiques agricoles urbaines et péri-urbaines. Qu'en est-il aujourd'hui ? Quelles places les engrais humains trouvent-ils dans les discours et pratiques ? Leur utilisation forme-

t-elle un moteur pour le retour des cultures en ville et leur maintien à ses abords ? Notre réflexion s'appuie sur plusieurs enquêtes qualitatives menées principalement en Ile-de-France, auprès de différents acteurs : agriculteurs péri-urbains et professionnels de l'agriculture urbaine, acteurs institutionnels qui s'impliquent dans l'organisation de filières pilotes, habitants jardiniers. Nous montrons que si l'idée d'un approvisionnement d'engrais en circuit court à partir des excréments urbains séduit un public croissant, la mise en pratique, plus complexe, se heurte à des obstacles techniques, logistiques, réglementaires, ainsi qu'en termes d'appréciation des risques environnementaux. Et ce, d'autant plus que la pratique est envisagée à grande échelle, dans le cadre d'une activité professionnelle.



[Les matières organiques d'une maisonnée : récit d'une digestion partagée.](#) Legrand, M. 2022. Metabolism conference, Ecole urbaine de Lyon.

Est-il possible de mettre en récit la question du « métabolisme territorial » à une échelle minimale, élémentaire, au niveau de l'expérience quotidienne, à l'échelle domestique ? Voici une maisonnée rurale des années 2020 : quelques humains apparentés entre eux, et d'autres êtres vivants, y forment un tissage dense de liens nourriciers. Ce sont ces liens nourriciers sur lesquels nous concentrons ici notre attention. De quoi le quotidien organique de cette maisonnée se compose-t-il ? L'enquête s'appuie sur un exercice de description dense, mené pendant un an. Celui-ci vise à rendre sensibles les échanges de matières entre vivants, pris dans les contraintes, les surprises, les limites associées au mouvement contemporain de *retour à la terre*.

Axe Santé



[La gestion des excréments humains par le paradigme de la toilette à chasse d'eau et du tout-à-l'égout est-il bénéfique pour la santé publique ?](#) Minier, Paul, 2022. Journées doctorales en Hydrologie Urbaine, Lyon.

Dans les années 1930, afin de garantir la salubrité effective d'une méthode d'assainissement urbain reposant sur le tout-à-l'égout, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) écrit : « il faut détruire les eaux usées ». Quatre-vingt-dix ans plus tard, cette doctrine n'a pas été appliquée : la gestion des matières fécales par le tout-à-l'égout conduit toujours aux rejets d'eaux contaminées par les pathogènes fécaux dans les eaux de surface. En outre, chaque année en France, on estime qu'environ 21 millions de personnes souffrent de gastro-entérites associées à des pathogènes entériques. Or c'est au niveau de la toilette et de l'hygiène des mains qu'a lieu la majeure partie de ces transmissions. La contamination des rivières par les pathogènes entériques humains a peu d'effet sur la santé publique du fait de nos adaptations à ces rejets (traitement curatif de l'eau potable, interdiction de la baignade...). Mais ce paradigme est très fragile. Le changement climatique, le développement rapide de maladies infectieuses émergentes nous obligent à réfléchir au développement d'une gestion plus saine des matières fécales humaines.