

Comment déployer la séparation à la source des excréments humains ?



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

MÉTROPOLE

GRAND LYON

Sommaire

- 3** **Vers la séparation à la source des urines
et matières fécales humaines
au sein des collectivités**

- 5** **Pourquoi et comment développer
la séparation à la source des excréments humains ?**
 - 5 Quels sont les enjeux de la séparation à la source ?
 - 8 De quelles façons faire émerger le sujet de la séparation
à la source dans une collectivité ?

- 11** **Comment embarquer des acteurs
dans la construction d'une filière ?**
 - 11 Comment réaliser un diagnostic du territoire ?
 - 13 Quel est l'intérêt de débiter par une ou des expérimentations ?

- 15** **Comment changer d'échelle pour les
filiales de séparation à la source ?**
 - 15 Quelles sont les étapes de la filière à structurer ?
 - 19 Quel est l'intérêt d'évaluer les filiales de séparation à la source
de leur conception à leur déploiement ?
 - 20 Comment envisager un bon fonctionnement de ce service ?

- 23** **Glossaire**

Vers la séparation à la source des urines et matières fécales humaines au sein des collectivités

Ce guide vise à accompagner les réflexions des agents et des élus de collectivités qui envisagent un déploiement de filières de gestion des urines et matières fécales humaines collectées à la source sur leur territoire. C'est-à-dire des filières de gestion de ces matières hors du système d'assainissement traditionnel (toilettes à chasse d'eau, transport par les égouts jusqu'au traitement en station d'épuration et rejet des eaux usées traitées au milieu naturel).

Ce guide s'articule en trois grands axes :

- **L'émergence du sujet de la séparation à la source des excréments humains au sein des collectivités ;**
- **Le partenariat entre les acteurs dans la construction de potentielle(s) filière(s) ;**
- **Les perspectives de changement d'échelle pour massifier le recyclage des nutriments.**

Les réponses proposées s'appuient sur des travaux menés dans le cadre de différents projets de recherche-action.

Ce guide interpelle les décideurs de scénarios alternatifs à l'assainissement centralisé en se basant sur des expériences du programme de recherche-action OCAP¹, du Toulouse Biotechnology Institute² et de la Métropole de Lyon³.

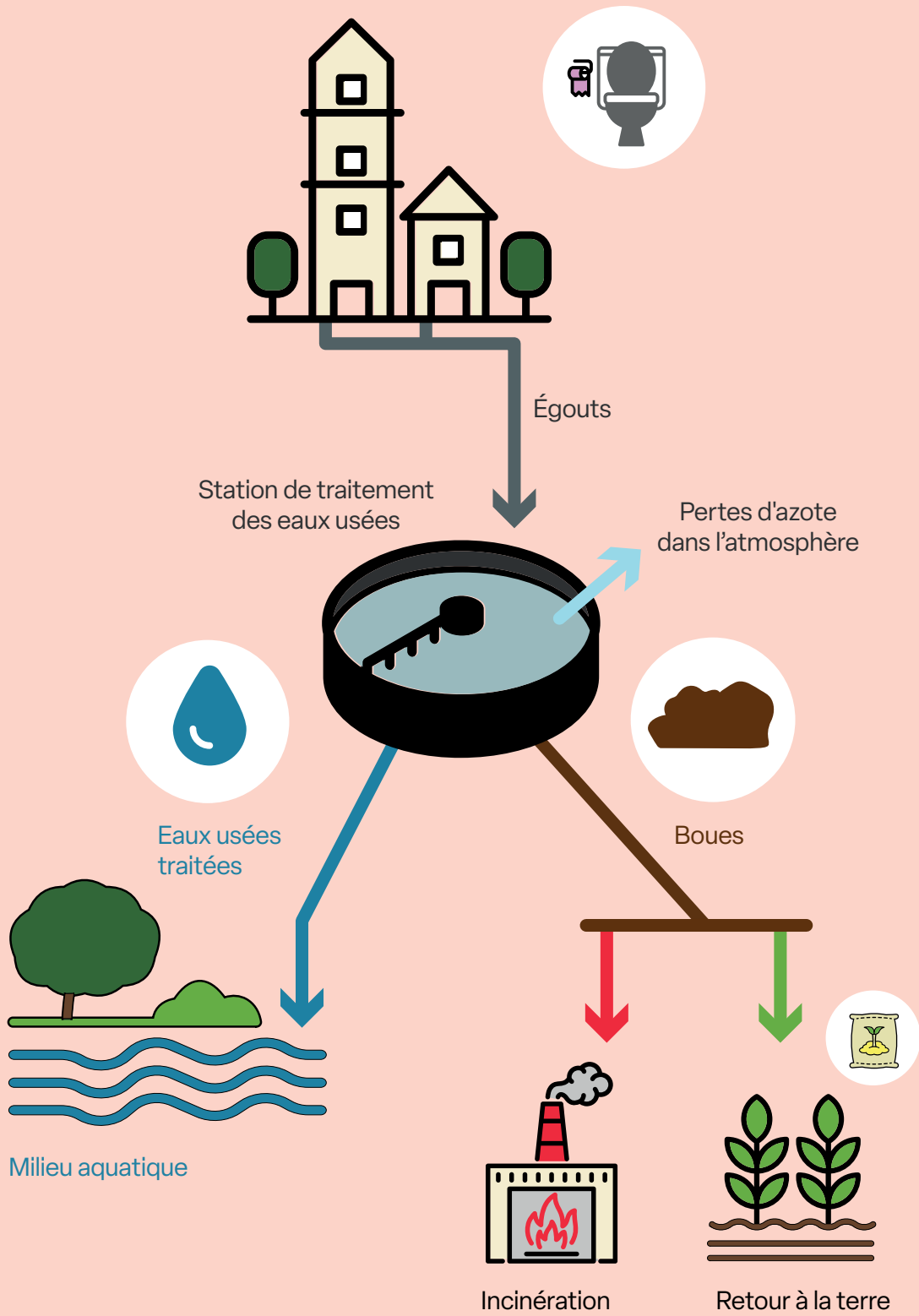
Des encadrés témoignent de mises en œuvre sur le territoire de la Métropole de Lyon et viennent apporter des éclairages par des témoignages ponctuels et concrets qui ont vocation à inspirer mais pas nécessairement à être reproduit à l'identique. En fonction des contextes territoriaux des solutions techniques et organisationnelles singulières peuvent être déployées.

1 www.leesu.fr/ocapi

2 www.toulouse-biotechnology-institute.fr

3 www.grandlyon.com

Modèle actuel de dilution des excrétats humains



Pourquoi et comment développer la séparation à la source des excréments humains ?

Pour développer la séparation à la source, les enjeux doivent être connus et partagés.

1. Quels sont les enjeux de la séparation à la source ?

Les **pressions sur les ressources en eau** sont de plus en plus fortes : diminution des débits des cours d'eau, difficulté à atteindre les objectifs de bon état des eaux.

Le modèle actuel de **dilution des excréments humains** (urines et matières fécales) dans les eaux usées domestiques, de transport en égout, de traitement en station d'épuration, puis de dilution des rejets dans les cours d'eau, atteint ses limites.

Année après année, l'emprise géographique des **zones sensibles à l'eutrophisation** augmente et impose un traitement de l'azote et du phosphore (nutriments contenus dans les excréments) de plus en plus poussé.

Les perspectives d'**augmentation de la population** et de baisse du débit des rivières du fait du changement climatique remettent encore plus fortement en cause les possibilités de continuer le modèle actuel.

De fait, les **coûts relatifs à l'épuration** de ces nutriments croissent inexorablement (coûts des réactifs en station d'épuration, coûts d'investissements et de fonctionnement des unités de traitement, coûts énergétiques...).

D'un autre côté, l'**augmentation des coûts de la fertilisation** agricole est observée.

Ces urinofertilisants présentent l'intérêt de d'être productibles localement et de manière permanente. Cela permettrait ainsi de **réduire la dépendance aux engrais industriels de synthèse et viser une meilleure indépendance** dans l'approvisionnement des engrais produits à l'international par **des pays où la démocratie et les droits de l'Homme sont fragiles**.

Pour sortir d'une logique curative de gestion des eaux usées, orienter l'assainissement vers la séparation à la source des excréments humains, qui contiennent la majorité des nutriments des eaux usées, apparaît comme une solution durable. En effet, les excréments peuvent devenir une **ressource en nutriments intéressante** pour la production de nouveaux types de fertilisants.

Pour conclure, cette séparation à la source permettrait de **faire des économies** sur le traitement des eaux usées, tout en soulageant les milieux récepteurs et la ressource en eau

potable (via l'utilisation de toilettes sèches ou à chasse d'eau réduite).

La collecte séparative des excréments humains et la production de fertilisants à partir de ces derniers apporteraient une solution à la problématique de la raréfaction des ressources minières et fossiles. En effet, la **production d'engrais azotés de synthèse** a un coût énergétique très élevé, tandis que les engrais phosphorés sont issus de gisements miniers en cours d'épuisement¹. De nombreux projets se concentrent sur la collecte et la valorisation des urines humaines, qui contiennent la majorité des nutriments excrétés par le corps humain.

Mettre en œuvre la séparation à la source des excréments fait appel à **des compétences et acteurs variés**. Ces acteurs doivent faire face à une série de verrous techniques, sociaux, économiques, institutionnels, de connaissances, logistiques ou réglementaires pour développer des filières.

¹ L'outil CAFE propose une série de 8 questions sur les risques, bénéfices, impacts de ce changement de paradigme : <https://outil-cafe.fr/faq/>

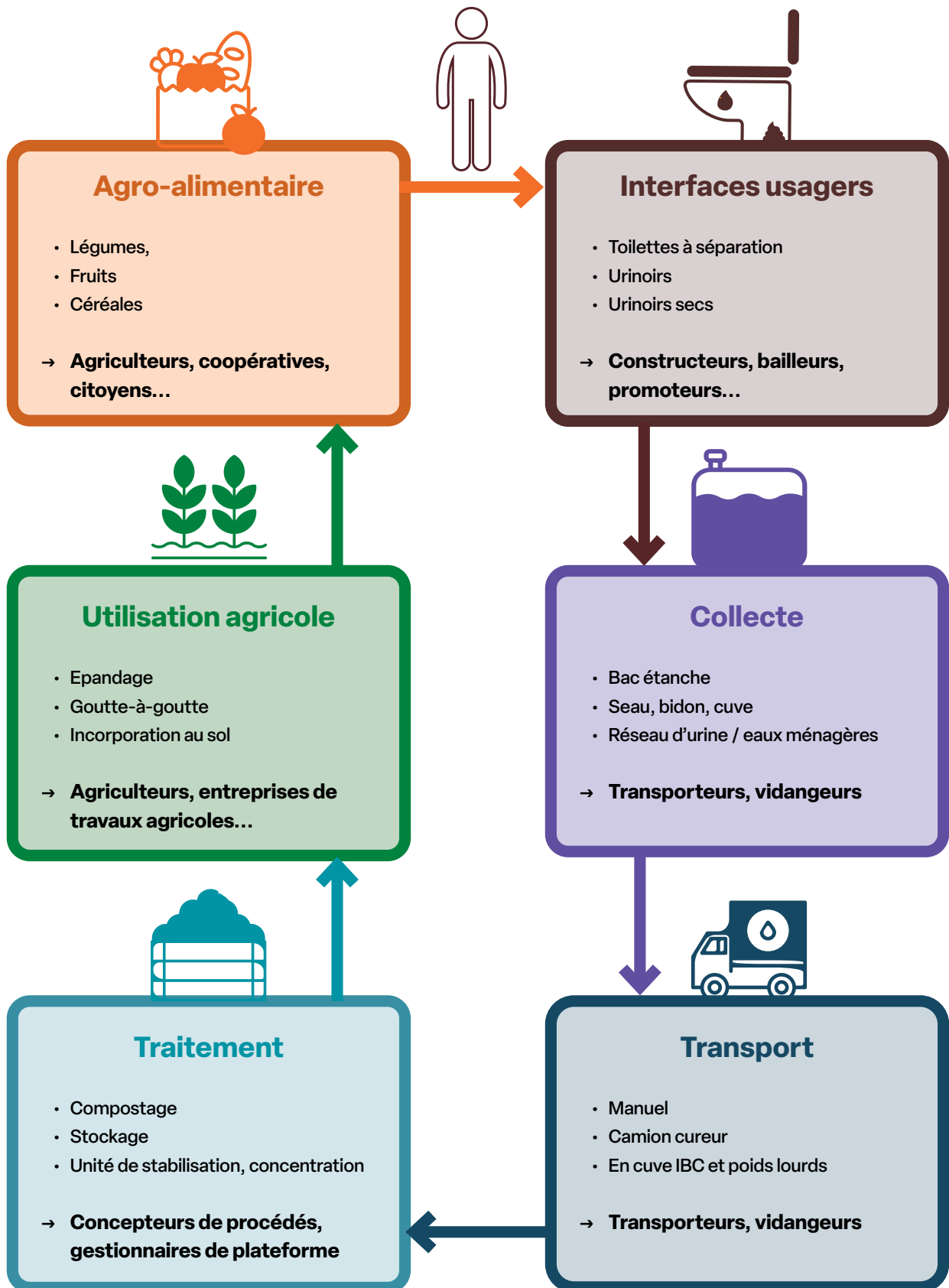
Et concrètement l'appropriation des enjeux de la séparation à la source à la Métropole de Lyon...

Historiquement à Lyon, trois temps ont marqué la gestion des excréments humains. Au XIXe siècle les fosses d'aisance étaient vidangées par des entreprises pour valoriser en agriculture l'engrais humain (comme la poudrette), puis une gestion par un « merdoduc » est mis en place toujours avec un objectif de valorisation agricole. Enfin, le tout-à-l'égout est autorisé à Lyon depuis 1961. Avec le déploiement des engrais de synthèse, la logique n'est plus de valoriser l'engrais humain mais de profiter de l'égout pour sortir les excréments de la ville avec le reste des eaux usées et d'espérer pouvoir le faire « disparaître » à moindre coûts et sans trop de dommages environnementaux¹.

En 2021 la Métropole prévoit une feuille de route avec le renforcement du retour à la terre et de la circularité des sous-produits d'assainissement (matières et énergie). Cette stratégie vise à renforcer la souveraineté alimentaire du territoire en faisant face à la raréfaction des engrais phosphorés. Elle contribue également à maintenir des sols fertiles via des matières issues de la circularité (valorisation des nutriments et de la matière organique) et accélère la transition écologique des systèmes d'assainissement (en réduisant la part de boues de station incinérées).

¹ Pour plus de détails, voir les thèses d'E. Adler - theses.fr/2020PESC1009 et de F. Scherrer - <https://theses.fr/1992PA120024>

Filière de séparation à la source des excréments humains



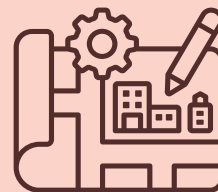
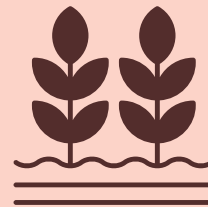
2. De quelles façons faire émerger le sujet de la séparation à la source dans une collectivité ?

Plusieurs portes d'entrées dans la collectivité sont envisageables pour ce sujet transversal. Les enjeux mobilisés ne sont pas tous dans les compétences explicites des collectivités, c'est pourquoi ce n'est pas un seul service comme le cycle de l'eau ou les déchets qu'il est nécessaire d'impliquer mais plusieurs.

Un service qui ne porte qu'une compétence n'est pas en mesure de traiter seule de ce sujet dont la gestion des filières concerne l'aménagement urbain, la santé, l'agriculture, la gestion des matières organiques...

Alors que les cultures des services ou des directions ne sont pas les mêmes, il conviendrait de travailler ensemble avec une convergence des politiques publiques pour faire projet commun au sein de la collectivité.

D'un autre côté, les acteurs du territoire très variés (personnel d'entretien, exploitants agricoles ou de système d'assainissement, entrepreneurs...) peuvent être mobilisés pour créer un noyau dur de personnes motrices. Un élément fort est de créer du commun dans les manières de voir et d'appréhender la filière. Pour cela, plusieurs ressources et sites web existent avec des outils de sensibilisation sur le sujet¹.



¹ Le programme OCAPI, le Réseau de l'Assainissement Écologique et ARCEAU participent de cette dynamique tout comme l'Institut Paris Région.

www.leesu.fr/ocapi

reseau-assainissement-ecologique.org/sensibilisation

storymaps.arcgis.com/stories/495f0ceb57044510b121d2f144e8acbd

Et concrètement à la Métropole de Lyon, la mise en place de projets expérimentaux...

Les services de la Direction du cycle de l'eau ont engagé des démarches d'expérimentation sur le territoire, d'abord avec les services Cadre de vie de la Ville de Lyon pour expérimenter l'installation de toilettes écologiques sur la commune¹.

La Ville de Lyon a repris la gestion du déploiement d'urinoirs secs dans l'espace public via des contrats de service (accord-cadre avec marché à bon de commande) de mise à disposition d'édicules et d'exploitation (nettoyage, maintenance et gestion et valorisation agricole des matières collectées). Le financement conséquent de l'exploitation doit être anticipé car l'appropriation de ces nouvelles toilettes et la réussite du projet sur l'espace public sont intimement liées à la propreté des toilettes.

Suite à cette expérimentation, la Métropole s'est associée à deux laboratoires de recherche (LEESU et TBI) grâce à un marché spécifique de recherche et développement pour mener le projet de recherche KOLOS² avec un démonstrateur agricole sur deux communes péri-urbaines.

Des présentations aux communes ont été faites, des partenaires locaux (associations, agriculteurs, loueurs de toilettes sèches, chambre d'agriculture) ont été intégrés au projet grâce à une animation active.

La séparation à la source sur le territoire a été présentée aux directions concernées : service agriculture, direction des déchets, direction des bâtiments, direction de l'économie.

Un co-portage avec les services compétents en matière d'agriculture et d'alimentation a été fait tout au long du projet KOLOS pour intégrer les enjeux agricoles à la démarche.

Les acteurs institutionnels (Agence de l'eau RMC, DDT69) ont également été informés de l'avancée des projets.

Il ressort le besoin d'une animation dédiée et transversale de ce projet de valorisation des nutriments et d'une appropriation par l'ensemble des directions pour être intégré dans les plans de charge des services.

Le collectif Urivalyon³, coordonné par le pôle d'innovation sociale et de coopération, le 107, qui dispose d'un soutien de la Métropole de Lyon au travers de la Direction de l'économie sociale et solidaire, assure une animation territoriale et transversale qui permet de faire dialoguer divers acteurs de la collecte de l'urine à l'utilisation agricole des nutriments. Le collectif bénéficie d'une subvention ADEME pour mettre en place des démonstrateurs (bâtiments, collecte et agricole) et une perspective de changement d'échelle.

Et ailleurs ?

Par exemple, à Bordeaux la Métropole finance via un marché public d'innovation (2023-2024), une étude de gisements et d'opportunités pour la valorisation des excréments et couches compostables sur son territoire⁴. Cette étude portée par des acteurs privés associatifs et entrepreneurial a produit un bilan du système d'assainissement existant et identifié les enjeux et infrastructures concernées. Une évaluation de la quantité d'excréments produits annuellement sous l'angle de "niches de gisements" de nutriments associée à des opportunités d'utilisations permet une approche par scénario pour apporter des pistes de réflexions à de possibles mises en œuvre.

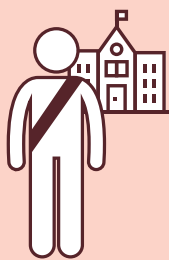
1 www.institutparisregion.fr/OCAPI/Fiche_REX_N.Toilettes_estivales_Lyon.pdf

2 www.leesu.fr/ocapi/les-projets/kolos
www.leesu.fr/ocapi/les-projets/atelier-des-toilettes-aux-champs

3 <http://le-107.fr/projet/urivalyon/>

4 https://solagro.org/medias/publications/f151_etude_excreta_couches.pdf

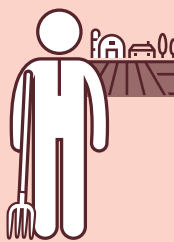
Avantages et acteurs d'une filière de séparation à la source des excréments



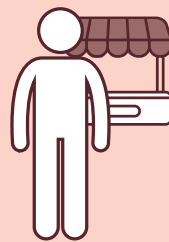
Élus



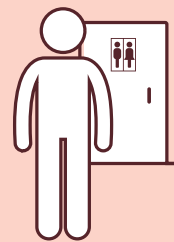
Opérateurs urbains



Agriculteurs



Commerçants



Citoyens

Comment embarquer des acteurs dans la construction d'une filière ?

Pour envisager la construction d'une filière de séparation à la source des excréments humains, différents outils peuvent être mobilisés dont le diagnostic et la mise en place de démonstrateurs.

1. Comment réaliser un diagnostic du territoire ?

Un diagnostic de territoire a différents objectifs :

→ Identifier les acteurs impliqués dans la séparation à la source ;

L'identification des acteurs à impliquer peut se faire par une série d'entretiens favorables à la collecte de nouveaux contacts à investiguer. Plusieurs outils peuvent être mobilisés.

La carte des membres du réseau d'assainissement écologique¹ (RAE) est un point de départ pour cibler les professionnels informés des projets de démonstration ou des sites impliqués dans la valorisation des urines humaines (prestataires de toilettes sèches, constructeurs, bureaux d'études). Recenser les sites d'intérêts pour

mettre en œuvre une filière de collecte et assurer des actions de sensibilisation ;

La cartographie des habitats participatifs² peut permettre de sélectionner les projets avec des toilettes sèches sur le territoire. Dans les territoires, des collectifs existent ou émergent (ex : Chambre d'agriculture ou collectif Urivalyon sur le bassin lyonnais). Pour amorcer des filières, utiliser le jeu sérieux « Des toilettes aux champs »³ est aussi une option.

→ Réaliser une quantification du gisement afin d'envisager des stratégies de mise en place de filière à long terme ;

La quantification des gisements permet d'identifier des sites d'intérêts à court, moyen et long termes. Les gisements les plus concentrés sont usuellement plébiscités (toilettes très fréquentées, écoles...), comme les sites avec une capacité d'action de la collectivité (bâtiment public) ou une configuration technique adéquate⁴.

1 http://umap.openstreetmap.fr/fr/map/rechercher-une-structure_5502#8/45.137/-0.681

2 www.habitatparticipatif-france.fr

3 www.leesu.fr/ocapi/les-projets/atelier-des-toilettes-aux-champs

4 Un cahier des charges est en cours de construction dans le cadre du projet Sobri'eau. www.leesu.fr/ocapi/les-projets/sobri'eau-vers-des-territoires-sobres-en-eau/

L'outil CAFE⁵ évalue rapidement les flux d'urines et matières fécales et les gisements de nutriments associés. Il mesure les flux d'azote et de phosphore des maisons individuelles, des logements collectifs, des bâtiments éducatifs et d'activités. La quantification peut être affinée en priorisant les sites (écoles, bâtiments publics, entreprises...) de plus grande taille. L'outil permet d'estimer les impacts associés aux systèmes d'assainissement et de fertilisation conventionnels sur le territoire et de suivre, au fur et à mesure de la construction d'une filière de séparation à la source, comment celle-ci peut permettre de les réduire.

- Diagnostiquer le fonctionnement des systèmes de gestion des excréments et de production-appvisionnement alimentaire et les enjeux auxquels ils doivent faire face ;

Un **diagnostic du fonctionnement de l'assainissement** permet d'identifier les enjeux : station d'épuration en surcharge, difficultés de traitement (azote, phosphore, DCO...), évolution de l'assainissement non collectif.

Les bilans d'autosurveillance des stations et les rapports sur le prix et la qualité de service de l'assainissement aident à préciser le diagnostic. Le schéma directeur d'assainissement donne une vision des évolutions prévues dans le long terme. Des surcharges en station sur les paramètres azote et phosphore, actuelles ou futures, sont par exemple des signaux d'intérêt pour la mise en place de la séparation des excréments du système d'assainissement.

- Identifier le potentiel de besoin en fertilisants et les modalités d'usages.

Concernant les **débouchés des produits issus des excréments humains**, le diagnostic des parcelles agricoles sur le territoire peut être réalisé avec des outils comme :

- CAFE (estimation des besoins en fertilisant),

- Territoires Fertiles⁶ (surfaces agricoles, types de cultures, tailles des exploitations...),
- les registres parcellaires agricoles avec une visualisation sur Géoportail⁷ ou via le logiciel RPG Explorer⁸ développé par INRAE.

Les Chambres d'agriculture peuvent aussi qualifier les pratiques de fertilisation. Identifier des acteurs moteurs comme les agriculteurs impliqués dans l'épandage des lisiers et boues de station, équipés et compétents sur ce genre de matières, peut s'avérer nécessaire.

Et concrètement à la Métropole de Lyon, le diagnostic de territoire...

Dans le cadre du projet KOLOS, après avoir rencontré les agents des directions (cycle de l'eau, déchets et alimentation-agriculture) et les acteurs du territoire (mairies, chambre d'agriculture, prestataires de toilettes sèches mobiles, associations citoyennes, agriculteurs...), l'atelier « Des toilettes aux champs » a été animé avec la perspective de construire et mettre en œuvre avec les participants une filière de gestion circulaire des nutriments issus des excréments.

Cet atelier a permis de mettre en place un démonstrateur et d'évaluer les gisements sur la base de la population. Ainsi, un outil d'aide à la quantification des gisements a été établi et a permis de produire des scénarios de filières adaptés.

La Métropole de Lyon a également lancé une **étude de gisement** via un prestataire pour évaluer le potentiel de collecte dans les collèges. Cette étude cible les infrastructures de la collectivité les plus facilement adaptables et des travaux permettant de collecter des excréments tout en rencontrant les agents et services concernés (patrimoine, gestionnaire, concepteur...).

5 <https://outil-cafe.fr/>

6 <https://territoiresfertiles.fr/>

7 <https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/registre-parcellaire-graphique-rpg-2018>

8 <https://rpgexplorer.fr/>

2. Quel est l'intérêt de débiter par une ou des expérimentations ?

Les expérimentations fédèrent un réseau d'acteurs institutionnels et privés sur le sujet de la séparation à la source. Elles ont pour objectifs de se confronter aux contraintes de terrain et de répondre aux interrogations des acteurs tout en créant une vision commune.

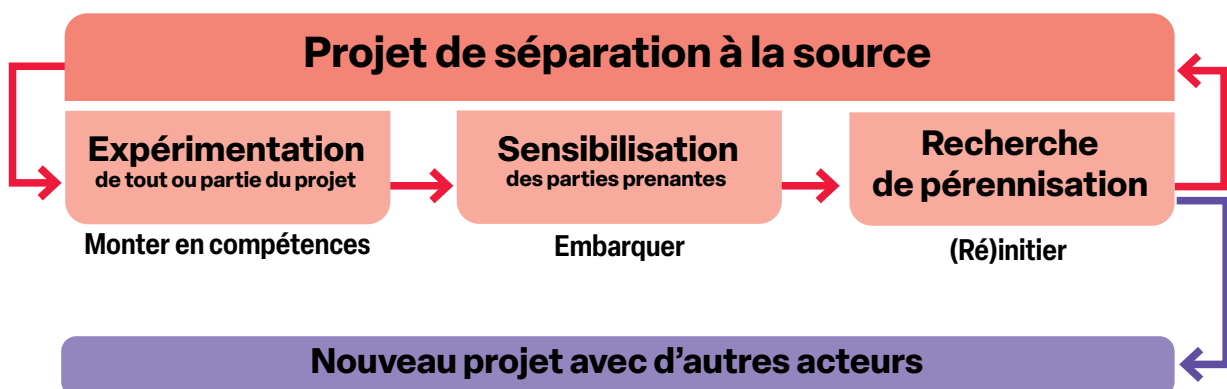
L'expérimentation peut se focaliser sur une seule partie de la chaîne logistique pour lever des freins spécifiques en fonction des choix des parties-prenantes. Toutefois, nous soulignons l'intérêt de débiter à une petite échelle comme tester l'utilisation d'urine chez soi sur ses plantes vertes ou au potager, visiter de sites qui pratiquent déjà pour appréhender le rapport culturel aux excréments qui peut être profondément modifié par des expériences concrètes très simples. Celles-ci permettent de monter en compétence, elles sont alors un support à l'animation d'actions de sensibilisation dans lesquelles les savoirs produits sont diffusés.

Il s'agit de s'appuyer sur l'expérimentation pour traiter d'un sujet particulier au cœur des préoccupations des parties prenantes. Un embarquement autant interne des participants à l'expérimentation qu'auprès de tiers bénéficiant de la sensibilisation est nécessaire à la pérennisation, telle quelle ou ajustée, des actions mises en place. Un tel projet nécessite une animation territoriale forte pour coordonner l'action et les acteurs entre eux.

A la fin de l'année 2025, il n'existe pas de document technique normalisé concernant la mise en place de la séparation à la source. C'est pourquoi, il est encore recommandé de procéder à des expérimentations qui permettent des ajustements au cas par cas et au fil de l'eau des pratiques. Dans un tel contexte, il convient d'avoir une attention particulière sur les capacités d'adaptation chemin faisant des projets dans la rédaction des marchés de prestation. Il est conseillé de garder en tête la nécessité d'un encadrement au plus proche du développement de ces nouvelles pratiques. Pour cela, la note réglementaire du groupe de travail ARCEAU Île-de-France sur la séparation à la source peut s'avérer utile¹.

¹ Voir : http://arceau-idf.fr/sites/default/files/doc-ressources/NOTE%20-%20GTT%20Se%CC%81paration_web%20copie.pdf

Concept pour les démonstrateurs de séparation à la source des excréments



Et concrètement à la Métropole de Lyon, mettre en œuvre des expérimentations...

Dans le projet KOLOS, l'attention a été portée sur la valorisation des urines (lisain) sur des parcelles agricoles et sur la documentation des impacts potentiels. Ainsi, la collecte et le traitement des urines a reposé sur des filières existantes de prestataires de toilettes sèches.

Pour les urinoirs publics lyonnais, le cœur de l'expérimentation est justement l'acceptabilité sociale des urinoirs secs, féminins et masculins, la collecte des urines dans l'espace public et la gestion logistique de leur collecte, tandis que le traitement et la valorisation ont reposé sur des pratiques existantes de co-compostage de déchets agricoles avec urine.

Le collectif Urivalyon¹ s'est structuré initialement autour de 3 axes (bâtiments, collecte-traitement, débouchés) avec des acteurs de ces secteurs (architecte, bailleurs, maîtres d'ouvrages, promoteurs, entreprises de gestion des flux, bureaux d'études, prestataires de toilettes sèches mobiles, agriculteurs, chambre d'agriculture, laboratoires de recherche...). Chacun des axes cible des expérimentations au regard des questions spécifiques que les acteurs se posent.



Édicules d'urinoirs secs publics déployés à Lyon



NOUVEAUX URINOIRS FÉMININ ET MASCULIN



SOULAGE
LES ENVIES
PRESSANTES



COLLECTE
LES URINES



VALORISE
LES URINES
EN AGRICULTURE

HYGIÉNIQUES, ÉCOLOGIQUES ET INCLUSIFS



SANS UTILISATION
D'EAU



NETTOYAGE
RÉGULIER À VÉLO

Expérimentation à proximité de la gare Saint-Paul



1 <https://le-107.fr/projet/urivalyon/>

Comment changer d'échelle pour les filières de séparation à la source ?

Développer une expérimentation ou un projet nécessite de construire un certain nombre d'étapes techniques et organisationnelles qui vont de la collecte de la ressource à son utilisation en répondant à des questions clefs liées aux étapes de la filière à structurer :

- Où et comment collecter ?
- Comment transporter ?
- Où faire le traitement ? Quel traitement envisager ?
- Quels sont les débouchés ?

Si ces questions sont indiquées dans l'ordre de gestion des matières, il semble nécessaire d'apporter des réponses collectives avec une vision globale pour mettre en place une filière de gestion efficace. Pour aider à la construction d'une ou plusieurs filière(s) pérenne(s), il est conseillé de se baser sur des outils de construction collectifs comme le jeu sérieux « Des toilettes aux champs »¹. Plusieurs sessions de travail collectives sont nécessaires pour participer à une montée en compétences de l'ensemble des acteurs et intégrer les contraintes de chacun.



Édicules d'urinoirs secs publics déployés à Lyon

F. Brun - 2023



Plateforme de stockage temporaire d'urine en cuve IBC dans l'enceinte d'un atelier municipale des espaces verts de la ville de Lyon

F. Brun - 2023

¹ www.leesu.fr/ocapi/les-projets/atelier-des-toilettes-aux-champs

1. Quelles sont les étapes de la filière à structurer ?

Les étapes sont présentées ci-après dans l'ordre du suivi de la matière (de la collecte à l'utilisation), mais pas forcément dans l'ordre des choix à faire. En effet, le choix des débouchés va conditionner le type de produits et donc le traitement à mettre en place. Les volumes collectés séparément ont également un impact sur les débouchés possibles (la grande culture nécessite par exemple plus de volume que le maraîchage).



La collecte des matières (nutriments et matières organiques)

La mise en place de système(s) de collecte d'excréments humains peut avoir des déclinaisons qui s'inscrivent dans des temporalités plus ou moins longues. Voici, des exemples du plus rapide au plus long et complexe :

- Mise en place de toilettes ou urinoirs secs dans l'espace public en location ou achat avec marché de services pour l'exploitation et la valorisation des matières ;
- Mise en place d'un cahier des charges comme une charte d'écoresponsabilité, pour les toilettes mobiles gérées/ subventionnées par la collectivité pour inclure séparation et valorisation des excréments (événements, chantiers...);
- Création de sites de collecte :
 - Sites en maîtrise d'ouvrage de la collectivité : locaux d'exploitation des sites de gestion des déchets/eaux, mairies et bureaux des agents, salles de spectacles, écoles, équipements sportifs, culturels et touristiques (musées...);
 - Identification et accompagnement de citoyens prêts à participer à la mise en place et à l'exploitation d'un ou plusieurs points d'apport volontaire d'urine² ;

- Promotion de la séparation à la source auprès de pourvoyeurs de gisements : aéroport, stades, équipements culturels et touristiques, toilettes de gare...

- Identification puis inscriptions dans des projets d'aménagement dans le territoire qui pourraient inclure des dispositifs à séparation à la source.

La mise en place de la collecte est différente selon les sites. En effet, sur les sites événementiels des cuves temporaires et mobiles peuvent être imaginées, tandis que des systèmes fixes comme des cuves enterrées sont à concevoir pour des volumes importants (plusieurs m³ par semaine) sur des sites pérennes. Pour ces derniers, des traitements sur site peuvent être envisagés pour limiter le volume de stockage et le transport.

Une note sur la conception et l'exploitation des réseaux interne de collecte des urines³ a été produite et permet d'orienter les constructeurs dans la conception des réseaux spécifiques aux urines.



Le transport des matières, une hybridation avec des dispositifs existants

Le transport est une question organisationnelle et logistique du ressort d'un acteur responsable de la gestion de matières non dangereuse mais devant faire l'objet d'une certaine traçabilité avec des bordereaux de suivi⁴. Deux types de transport sont potentiellement nécessaires : un premier du lieu de production des excréments jusqu'à une unité de mutualisation du stockage et/ou du traitement, et un second de cette unité vers les surfaces agricoles.

Dans certains cas comme en événementiel, le transport est déjà existant avec souvent une valorisation des excréments via des plateformes de compostage chez les prestataires de toilettes sèches mobiles ou directement chez des professionnels comme des agriculteurs en lien

2 Modèle proposé par le projet EnVille : www.leesu.fr/ocapi/les-projets/enville/

3 https://arceau-idf.fr/sites/default/files/doc-ressources/ARCEAU_2024_note_collecte_urine_V1-06-2024.pdf

4 Nécessaire pour les déchets si ce statut est attribué aux matières transportées.

avec la gestion d'autres matières organiques (lisiers, biodéchets, boues...). Dans d'autres cas des filières sont à créer. Elles peuvent s'appuyer sur des systèmes existants comme la collecte de boues de fosses septiques.

Pour le second transport du lieu de traitement et/ou de stockage vers les parcelles agricoles, le plus efficient semble être que l'agriculteur propriétaire de ces parcelles s'en charge. Il assure la tâche ou la délègue à un prestataire comme une entreprise de travaux agricole. Cela implique un lieu de stockage proche des parcelles agricoles.



Le traitement : plusieurs possibilités de lieux d'implantation

Le choix du lieu de traitement dépend notamment du type de traitement choisi :

- Dans le cas de l'hygiénisation par stockage des urines (lisain), un lieu proche des parcelles agricoles simplifie la logistique d'apport au sol.
- Un traitement par concentration des urines serait intéressant au plus proche de la collecte afin de limiter les quantités d'eau transportées. Les sites de gestion des déchets (plateforme de compostage, déchetterie) et des eaux usées (stations d'épuration) pourraient être des sites intéressants puisque des liens existent déjà avec les acteurs du bâtiment et les acteurs agricoles. Enfin des lieux de mutualisation intermédiaire de la collecte peuvent être envisagés comme c'est le cas dans les filières de points d'apport volontaire d'urine.

Le choix du traitement dépend de deux types de contraintes qui soulèvent elles-mêmes de nouvelles questions :

- Des contraintes de transport : est-ce que le transport des urines est envisageable sur le territoire au regard du trafic routier ? Si ce n'est pas le cas, une étape de concentration peut être recommandée ;
- Des conditions d'utilisation des urinofertilisants⁵ par les agriculteurs :
 - Est-ce qu'un risque d'odeur est acceptable ? Est-ce que des problématiques de pollution de l'air (formation de particules fines issues des émissions d'ammoniac) sont récurrentes ? Si oui, la nitrification des urines ou son acidification sont recommandées pour limiter la volatilisation de l'azote ;
 - Quelles sont les cultures fertilisées ? Un traitement sanitaire est à adapter en fonction des productions : à destination de l'alimentation animale, de l'alimentation humaine crue (maraîchage) ou après transformation (céréales) ;
 - Est-ce qu'un traitement d'autres indésirables comme des résidus de médicaments est un prérequis ? Si oui, une unité dédiée est à mettre en place. Actuellement le traitement par charbon actif est parfois utilisé mais nécessite une nitrification des urines au préalable pour maximiser son efficacité⁶.

La résolution de ces contraintes est généralement progressive et fonction du modèle économique adopté pour la filière par les parties-prenantes mobilisées.

5 Un urinofertilisant est une matière fertilisante spécifique obtenue après traitement de l'urine humaine et permettant d'en valoriser les nutriments.

6 Voir note sur les indésirables des urinofertilisants en agriculture du projet Kolos : www.leesu.fr/ocapi/wp-content/uploads/2025/05/250425_Notedesynt%C3%A8se_Ind%C3%A9sirables_VF.pdf

Et concrètement à la Métropole de Lyon, quelle est la faisabilité de l'organisation de l'épandage de lisain en plein champs ? Quel est l'impact environnemental du transport dans l'émergence de filière ?



M. Valdeffener

La démonstration de l'épandage de lisain sur une parcelle agricole a été possible dans le cadre du projet KOLOS grâce à des urines collectées en festival dans des urinoirs secs. Le prestataire des toilettes sèches disposait d'un transporteur jusqu'au site de stockage. Des cuves IBC (1 m³) ont ainsi été déchargées et stockées jusqu'à l'intervention de l'agriculteur partenaire du projet et également inscrit au plan d'épandage des boues de la station d'épuration voisine. C'est avec la tonne à lisier de cette station de la Métropole de Lyon, que l'aspiration des cuves a été réalisée. Une fois la tonne remplie, l'agriculteur s'est directement dirigé vers son champ pour réaliser l'épandage. Un champ pour une culture de maïs sur lequel les contraintes de fertilisation n'étaient pas bloquantes.

Il a été démontré à la fois théoriquement sur la base d'une analyse de cycle de vie (Martin et al., 2023) et spécifiquement dans le projet que le transport des urines a peu d'impact sur l'environnement pour des distances inférieures à 100 km par rapport aux pratiques conventionnelles. Toutefois le transport a un coût financier non négligeable et peut générer des nuisances auprès de la population en termes de bruits, odeurs et circulation en zone urbaine.



De possibles débouchés agricoles de plus en plus variés

Envisagée tôt, l'utilisation des nutriments issus des excréments participe à mettre en forme l'ensemble de la filière. Plusieurs débouchés pour les nutriments existent qu'ils soient en agriculture ou pour une fertilisation non agricole (espaces verts des collectivités, espaces sportifs, ...). Quelle que soit la filière choisie, des ajustements par rapport aux pratiques conventionnelles sont à prévoir¹.

Dans cette étape aussi, les phases d'expérimentations sont cruciales pour les acteurs mobilisés, elles permettent de développer et adapter les outils existants pour l'utilisation des urinofertilisants. Dès lors, il est possible de faire appel aux structures prestataires de toilettes sèches mobiles pour disposer de gisement d'excréments pour expérimenter l'utilisation en agriculture. Un enjeu fort est celui de l'épandage en limitant les risques de volatilisation de l'azote avec des pratiques et outils adaptés (injecteurs, épandeurs, travail du sol).



M. Valdeffener

Épandage de lisain pour le projet KOLOS

1

Voir les fiches pratiques du projet Agrocap sur les fertilisants issus des excréments ici : www.leesu.fr/ocapi/wp-content/uploads/2024/12/fiches_agrocap_numerique_BD-compress%C3%A9.pdf

2. Quel est l'intérêt d'évaluer les filières de séparation à la source de leur conception à leur déploiement ?

L'évaluation des filières permet de prendre du recul en positionnant leurs avantages et leurs inconvénients. Cette évaluation peut se faire en amont de la mise en œuvre comme outil d'aide à la décision pour développer des solutions. Mais aussi, elle a toute sa pertinence une fois la filière mise en place. Réalisée post-projet, elle a pour objectif d'identifier les écarts entre la conception de la filière et sa réalisation. Ces évaluations du fonctionnement de filière peuvent être réalisées par des bureaux d'études dédiés selon leurs natures :

- Environnementales pour quantifier les impacts sur l'environnement ;
- Socio-économiques pour quantifier les coûts de gestion, leur répartition entre acteurs, l'emploi, l'appropriation des dispositifs...

Dans ces évaluations, des frontières d'études sont identifiées pour comprendre l'organisation des différentes étapes de la filière et leurs impacts sur le système d'assainissement actuel (réseau et station d'épuration), sur l'agriculture (quantité et type d'engrais substitué, surcoût de travail agricole potentiel...) et sur l'environnement (mode de vie des populations, émissions dans les compartiments eau, sol et air...).

Ainsi, réaliser des bilans matière et énergie de la filière permet d'évaluer les impacts environnementaux ou économiques. Pour cela, il convient d'être vigilant à :

- Bien considérer les pertes de nutriments à chaque étape (possibles pertes d'ammoniac lors des épandage agricole, émissions lors du traitement de nitrification...);
- Si les flux séparés de nutriments sont supérieurs à 10% de la charge entrante en station, des effets bénéfiques sur son fonctionnement sont attendus et doivent être quantifiés ;
- Prendre en compte les bénéfices de la séparation à la source sur les émissions de gaz à effet de serre en station d'épuration et spécifiquement du protoxyde d'azote (N_2O). En effet, les flux de N_2O peuvent être conséquents et représenter jusqu'à deux tiers du bilan carbone du service assainissement.
- Les choix liés aux modes de gestion possibles des matières impliquent la mobilisation de personnel, des rapport(s) aux excréments, une appropriation des dispositifs et leur exploitation. Penser et mettre en œuvre de nouvelles filières, c'est aussi développer de nouveaux rapports sociaux qu'il est possible de caractériser.

Ensuite les données à collecter et la marche à suivre dépendra des méthodes d'évaluation déployées. Ces analyses transversales apportent des éléments de réflexion solides pour envisager un changement d'échelle de la séparation à la source avec pour objectif la massification de la gestion circulaire des nutriments.

Et concrètement à la Métropole de Lyon, l'évaluation de la filière au sein du projet KOLOS...

Deux scénarios sont imaginés dans le cadre du projet KOLOS. Un scénario « urine et matières fécales » est créé sur la commune de Quincieux et un autre « urine seule » pour Lissieu. Ils impliquent la mise en place de la séparation des urines pour respectivement 612 habitants à Quincieux et 55 habitants à Lissieu, 530 et 385 employés, et une école dans chaque commune.

La mise en place de telles filières en zone péri-urbaine présente des enjeux logistiques proches de ceux de la gestion des déchets avec une dispersion de la localisation des producteurs. Un volume de stockage de 600 m³ serait nécessaire pour valoriser les urines en lisain en mutualisant le stockage pour les deux communes. A minima, deux cuves seraient nécessaires pour permettre l'hygiénisation tout en ayant la capacité de poursuivre la collecte d'urine brute.

Mettre en place cette séparation à la source des excréments montrerait des bénéfices sur les stations d'épuration avec des réductions de 10 % des flux d'azote sur Lissieu et 21 % sur Quincieux. Les principaux bénéfices environnementaux correspondent à la réduction de la consommation d'énergie et de produits chimiques sur Lissieu (chlorure ferrique), mais aussi sur la qualité des rejets dans le milieu récepteur.

L'analyse de l'impact sur le changement climatique cible le N₂O émis lors de l'épandage d'urine comme le principal contributeur. Cependant l'intégralité des impacts supplémentaires sont compensés par les émissions évitées liées à la production d'engrais conventionnels azotés. Dans ce contexte, une fertilisation au lisain reste bénéfique avec une collecte à la source qui réduit les impacts du fonctionnement des stations d'épuration, de leurs rejets et de la production de fertilisants de synthèse.

3. Comment envisager un bon fonctionnement de ce service ?

Mettre en œuvre une expérimentation au sein d'une collectivité est à envisager de manière transversale entre plusieurs directions.

S'atteler dans un premier temps à récupérer et centraliser des informations techniques (données de suivi, schémas directeurs, feuilles de route...) permet aux services de mieux faire connaissance et de partager leurs avis sur les façons de concevoir la filière.

Alors que certains acteurs mobilisables sont déjà établis dans les territoires avec des modèles économiques fonctionnels (prestataire de toilettes sèches mobiles, plateforme de gestion des matières organiques, agriculteurs...), il est souvent possible d'élaborer des marchés adaptés permettant de premières expérimentations de filière.

Certains sujets sont plus clivants (indésirables, enjeux économiques, réglementation, rôles et responsabilités des services...) et peuvent faire l'objet d'arbitrages avec des élus.

L'éventuelle mutualisation d'une interface entre logistiques urbaine et agricole est à concevoir en se demandant le rôle que pourrait prendre un acteur intermédiaire en charge de mettre en relation les détenteurs des gisements en nutriments et leurs usages en agriculture.

Ces articulations peuvent nécessiter des besoins de sous-traitances ou une formulation de garantie dans un nouveau marché de prestation.

Et concrètement à la Métropole de Lyon, des thèmes pour amorcer des discussions autour de l'utilisation agricole des engrais humains...

En se basant sur le projet KOLOS et l'utilisation agricole de lisain, 6 grands thèmes sont proposés pour guider les discussions entre parties-prenantes d'une filière afin d'aller vers un alignement d'acteurs :

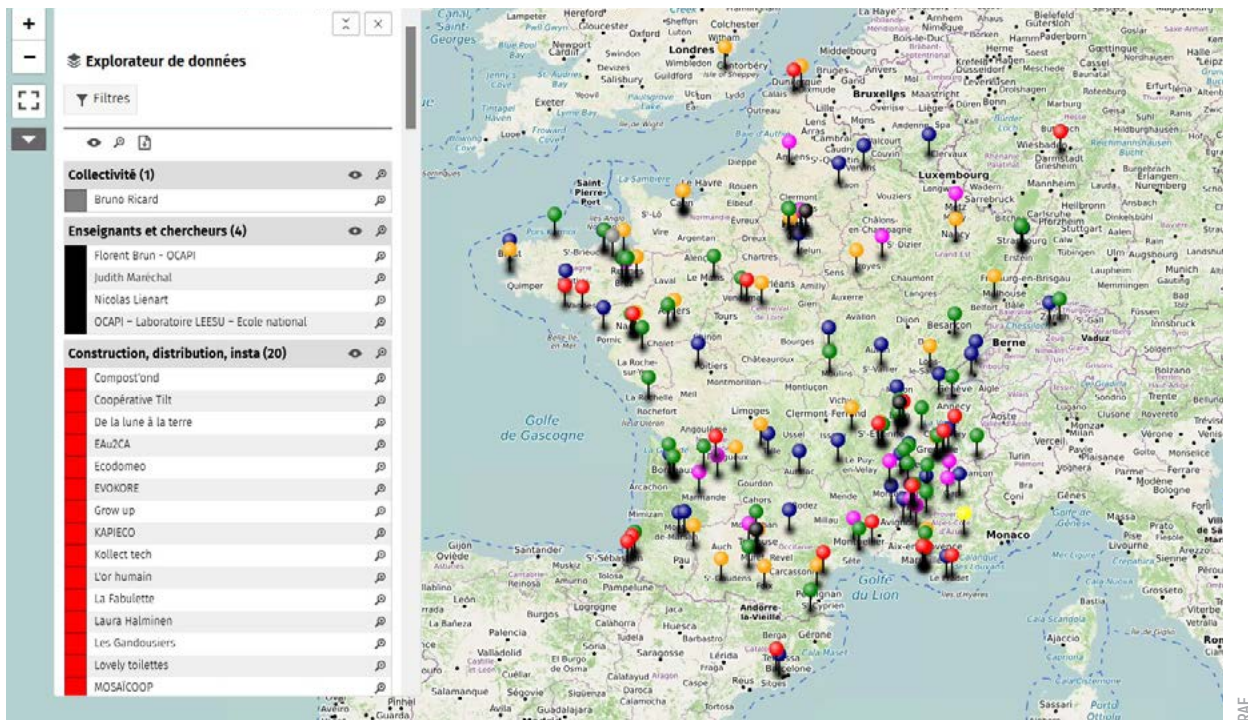
- **Modalités d'articulation entre acteurs de mondes différents :**
Une organisation spécifique entre acteurs doit être mise en place pour faire collectif (convention de partenariat, plan d'épandage, marché de collecte...);
- **Faire parvenir l'urine, l'urinofertilisant ou l'engrais humain sur l'exploitation agricole :**
La mise à disposition peut être envisagée par une articulation des logistiques de collecte et agricole en lien avec le transporteur, un lieu dédié au transvasement est à identifier et à équiper pour favoriser l'accès aux deux logistiques ainsi que les stockages et transferts de flux ;
- **Garanties attendues en termes d'innocuité de l'engrais humain :**
D'une absence d'analyse, à des analyses basées sur des indicateurs « éprouvés » (projet de socle commun des matières fertilisantes et supports de cultures) jusqu'à des analyses exploratoires (micropolluants et autres résidus de médicaments), l'agriculteur usager de l'engrais humain et le collectif d'acteurs en charge de sa fourniture partagent leurs attentes sur ce sujet avant toute mise en œuvre ;
- **Garanties attendues en termes d'image vis-à-vis des consommateurs ou usagers des productions :**
Un lien est à réaliser avec les acteurs de la filière agro-alimentaire (consommateurs, coopérative...) pour ne pas mettre en défaut le choix de recourir à un engrais humain ;

- **Garanties économiques :**
Sachant qu'actuellement le modèle économique par la seule vente d'engrais humains n'est pas viable au prix du marché de l'unité d'azote, les acteurs mobilisés dans la filière conviennent des modalités de prises en charge des coûts afférents à la pratique (subventions, prestations...);
- **Itinéraire agronomique envisagé :**
En fonction du taux en nutriments contenu dans l'engrais humain (validé par une analyse agronomique), la parcelle, la culture et les modalités d'apports sont identifiés et partagés au sein du collectif pour garantir l'approvisionnement avec un type particulier d'engrais humains et en accord avec le calendrier de fertilisation prévu.



Les sablés Biscodors contiennent de la farine de blé provenant de champs fertilisés à l'aide d'engrais issus de l'urine humaine. Ces biscuits forment un support de discussion et de sensibilisation efficace concernant les enjeux de circularité des systèmes alimentation/excrétion.

Programme OCAPI



Carte interactive des acteurs du Réseau assainissement écologique

Poursuivre des réflexions et actions autour de l'émergence de filières de séparation à la source des excréments humains

Alors que les initiatives de mise en place de filières de séparation à la source des excréments émergent en France que les associations Arceau-Île-de-France et Idéalco participent à relier, ce guide a tenté en trois grandes questions d'amener des réflexions qui peuvent être tenues préalablement et au cours du déploiement de filières.

Pour amorcer de telles discussions au sein des collectivités, il est nécessaire de tenir compte des singularités propres aux territoires et se laisser l'opportunité de réaliser des ajustements chemin faisant. En effet, il s'agit de créer des retours d'expérience petit à petit pour progresser et enfin d'embarquer d'autres partenaires avec leurs réseaux professionnels

Ce guide est donc une porte ouverte à de nouvelles réflexions et concrétisations.

Glossaire

Ce glossaire vise à décrire des termes techniques comme une base commune de discussion entre les acteurs qui pourraient se mobiliser dans une filière de séparation à la source des excréments dans un territoire.

Alignement d'acteurs :

Des acteurs qui sont d'accord entre eux à un moment donné pour gérer ensemble un flux de matière.

Engrais humains :

Matières fertilisantes spécifiques obtenues par transformation des urines et/ou des matières fécales humaines et dont l'objectif est de permettre l'utilisation agricole des nutriments des excréments humains. Cette production mobilise a minima un traitement visant à hygiéniser les matières.

Évaluation :

Selon l'OCDE¹, l'évaluation est une "fonction qui consiste à porter une appréciation aussi systématique et objective que possible, sur un projet en cours ou achevé, un programme ou un ensemble de lignes d'actions, sa conception, sa mise en œuvre et ses résultats. Il s'agit de déterminer la pertinence des objectifs et leur degré de réalisation, l'efficacité au regard du développement, l'efficacité, l'impact et la viabilité."

Excréments :

Urines et matières fécales humaines.

Filière :

Notre définition de la filière est centrée sur les matières que sont les excréments dont l'on peut suivre le parcours de leur miction ou excrétion à leur utilisation après traitement en agriculture et au devenir des nutriments en agro-alimentaire. La filière désigne alors l'ensemble des activités complémentaires et des acteurs qui sont mobilisés dans ce parcours.

Lisain :

Fertilisant ou urinofertilisant produit avec de l'urine humaine brute traitée par simple stockage selon les recommandations émises par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 2012.

Gisement :

Excréments humains collectés, quel qu'en soit les modalités. Les nutriments des excréments humains et de l'urine en particulier représentent un intérêt agronomique et peuvent être considérés comme des ressources qui pourraient être exploités.

NH₃ :

L'ammoniac est une molécule volatile qui peut être émise dans l'air à partir d'urine stockée en raison d'un pH élevé. Une fois émis dans l'air, selon les conditions climatiques, elle peut être une source de pollution de l'air (formation de particules fines).

N₂O :

le protoxyde d'azote est une molécule produit lors de réaction biologique par des micro-organismes soit dans le sol soit pendant l'étape de nitrification des urines ou des eaux usées. C'est un puissant gaz à effet de serre (270 fois plus puissant que le CO₂).

Séparation à la source des excréments humains :

Principe d'une séparation des flux, depuis la production de l'effluent, la collecte et le transport, jusqu'au traitement et à l'utilisation des ressources qu'ils contiennent.

Urinofertilisant :

Matière fertilisante spécifique obtenue après traitement de l'urine humaine et permettant d'en valoriser les nutriments.

¹ [https://one.oecd.org/document/OCDE/GD\(91\)208/Fr/pdf](https://one.oecd.org/document/OCDE/GD(91)208/Fr/pdf)

MÉTROPOLE DE LYON
20 rue du Lac
CS 33569 - 69505 Lyon cedex 03



grandlyon.com