ÉTUDE PROSPECTIVE SUR LA GESTION DES MATIÈRES ORGANIQUES URBAINES DANS LA MÉTROPOLE DE TOULOUSE

Premier livrable - Contexte et enjeux

Renouveler les systèmes de gestion des matières organiques

Dessin : Alya Alexandre

ATELIER TOUMO

Alya Alexandre, Salomé Champenois, Zoé Grilhot, Eva Larive et Esther Mbanza
sous la direction de Sabine Barles

Magistère 3 Aménagement et Master 2 Urbanisme et Aménagement
Université Paris 1 Panthéon Sorbonne
Année 2024 - 2025

Atelier Toulouse Matières Organiques (TouMO)

Étude prospective sur la gestion des matières organiques urbaines dans la métropole de Toulouse

Premier livrable - Contexte et enjeux

Dans le cadre de la seconde année de master urbanisme et aménagement de l'université Paris 1 Panthéon Sorbonne, les étudiant.es sont amené.es à travailler en groupes sur un projet professionnalisant, appelé atelier professionnel.

L'atelier TouMO, pour Toulouse Matières Organiques, est composé de cinq étudiantes : Alya Alexandre, Salomé Champenois, Zoé Grilhot, Éva Larive et Esther Mbanza. Encadré par Sabine Barles durant l'année 2024-2025, cet atelier répond à une commande de recherche-action pilotée par trois chercheur.euses, Bernard de Gouvello, Marine Legrand et Elisabeth Lehec, ainsi que par Raphaëlle Kulis, cheffe du service biodéchets de Toulouse Métropole. Il s'associe plus largement avec le projet TANGO (pour Transition de l'assainissement urbain vers une nouvelle gestion de la matière organique), et le programme de recherche-action OCAPI, qui porte sur les systèmes alimentation-excrétion et la gestion des excrétats humains.

Le propos de cette commande est de mener une étude prospective sur la prise en charge des matières organiques aujourd'hui considérées comme des déchets, à l'échelle du territoire de la métropole de Toulouse. Il s'agit en particulier de s'intéresser aux synergies possibles entre gestion des biodéchets et gestion des excrétats humains, dans le cadre d'une réflexion plus transversale sur les transitions possibles de la gestion des matières organiques urbaines.

REMERCIEMENTS

L'ensemble des étudiantes de l'atelier TouMO tient à remercier l'équipe pédagogique du master Urbanisme et Aménagement de l'université Paris 1 et toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Ce dernier est le fruit de nombreux échanges au sein de l'atelier mais également de discussions toujours passionnantes avec toutes celles et ceux que nous avons eu la chance de rencontrer ou que nous côtoyons au quotidien et qui ont nourri nos réflexions tout au long de ce travail.

Nous tenons tout d'abord à remercier chaleureusement notre professeure Sabine Barles pour la création et l'accompagnement de cet atelier ainsi que pour son engagement, que nous partageons, à l'égard des enjeux écologiques de l'aménagement du territoire. Ses conseils ont alimenté chacune de nos délibérations et ont rendu possible la réalisation d'un travail qui se veut rigoureux et engagé.

Nous remercions particulièrement chacun.e des membres du comité de suivi de cet atelier, Bernard de Gouvello, Raphaëlle Kulis, Marine Legrand et Elisabeth Lehec pour leurs conseils avisés, leurs retours précieux et le temps qu'iels ont pu consacrer à l'accompagnement de cet atelier. Leur expertise et leur engagement pour la valorisation des biodéchets et des excrétats ont étayé nos réflexions et ont guidé la réalisation de ce travail depuis son lancement en novembre 2024.

Un grand merci aux membres du programme TANGO qui nous ont accueillies dans leur groupe de travail et qui nous ont partagé leurs connaissances. Nous remercions spécialement Mathilde Besson pour ses retours et son aide dans l'élaboration des scénarios prospectifs.

Nous remercions également toutes les personnes avec qui nous avons pu discuter de l'importance de la valorisation des matières organiques et des modalités d'un réseau d'assainissement écologique. Le travail accompli sur ces sujets et les connaissances que nous avons ainsi pu acquérir sont au cœur des réalisations de l'atelier TouMO.

Enfin, nous tenons à remercier chacun.e des professionnel.les et habitant.es de la métropole de Toulouse avec qui nous avons pu nous entretenir au cours de la réalisation de ce travail. N'étant pas originaires de la région, nous avons toujours été accueillies avec bienveillance et les échanges ont souvent été teintés d'un vif intérêt pour notre sujet et les préoccupations écologiques. Chaque discussion a enrichi nos réflexions et a participé à l'approfondissement des enjeux qui gravitent autour de la valorisation des matières organiques urbaines.

À toustes ces intervenant.es, nous présentons nos sincères remerciements et toute notre gratitude.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE 9

CADRE THÉORIQUE 10

Introduction 10

Récupérer les déchets organiques : dispositifs alternatifs et synergies possibles 12

Systèmes actuels de gestion des biodéchets 12

Systèmes actuels de gestion des excrétats 13

Synergies possibles 14

Débouchés d'une filière de valorisation des déchets organiques 15

Quelle valorisation des biodéchets ? 15

Quelle valorisation des excrétats ? 16

Enjeux logistiques et primordialité du débouché 17

Synergies logistiques et mutualisation 18

Vers un système socio-technique fondé sur la circularité 19

Représentations et sensibilisation 19

Freins et leviers institutionnels 20

Vers une économie circulaire 21

PROBLÉMATISATION 22

PRÉSENTATION DU TERRAIN 23

BIBLIOGRAPHIE 25

ANNEXE 27

INTRODUCTION GÉNÉRALE

En décembre 2023, des habitant.es de Châtillon-sur-Seine initient une nouvelle pratique : iels apportent leur urine au point d'apport volontaire de leur AMAP[1], qui la transmet à la ferme partenaire, où le lisain produit à partir des urines sert de fertilisant pour les sols et participe à la croissance des cultures. C'est ainsi qu'un cycle s'est formé : des légumes sont cultivés grâce aux urines des personnes qui les consomment. Ce circuit vertueux porte un nom : la fermeture du cycle biogéochimique, où les excrétats (urines et matières fécales), riche en azote et en phosphore, ne sont plus des déchets à évacuer et à traiter le plus loin possible mais des ressources riches pour les sols et pour les cultures agricoles. Ce projet situé en région parisienne, appelé Enville, est soutenu par le LEESU (laboratoire eau environnement systèmes urbains) et plus spécifiquement par le programme de recherche-action OCAPI sur la gestion des excrétats et les systèmes alimentation-excrétion. Il s'agit d'une filière citoyenne de valorisation des urines, portée par les habitant.es et à l'avant-garde des pratiques écologiques.

Alors, si « les décisions politiques suivent et rattrapent les évolutions et les revendications de la société civile » (Bihouix, 2014), il est temps de réfléchir aux transitions socio-techniques des systèmes urbains dont les infrastructures linéaires sont incohérentes avec les limites planétaires. En effet, la valorisation des matières organiques urbaines poursuit plusieurs objectifs écologiques. D'une part, il s'agit de détourner les éléments polluants des cours d'eau et des milieux marins fortement dégradés par les systèmes d'épuration. D'autre part, ces mêmes éléments, azote et phosphore en particulier, sont une richesse pour les sols cultivés, où les matières organiques en tant que fertilisant et amendement peuvent remplacer des produits synthétiques et ou industriels très dommageables à l'environnement. De cette manière, les sols et les eaux restent vivant.es. La perturbation des cycles de l'azote et du phosphore constitue l'une des neuf limites planétaires mises en lumière par les chercheur.euses du *Stockholm Resilience Center* en 2009 et reprises par les gouvernements[2]. Celles-ci sont en fait des seuils, qui définissent une zone en dessous de laquelle les conditions d'habitabilité de la Terre (pour les humains et le vivant tout entier) sont sûres et durables. En 2023, les chercheur.euses alertent sur le dépassement de six limites sur les neufs repérées à l'échelle de la planète : la perturbation des cycles biogéochimiques en fait partie.

Si, depuis quelques années, la valorisation des biodéchets (déchets alimentaires et déchets verts) est devenue un axe majeur des politiques écologiques en France et en Europe, la valorisation des excrétats humains reste un enjeu méconnu, mal-aimé et sous-estimé. Le travail de l'atelier TouMO tente, dans le sillon du programme OCAPI et du projet TANGO (transition de l'assainissement urbain vers une nouvelle gestion des matières organiques), d'interroger les liens possibles entre la valorisation des différentes matières organiques urbaines à travers la notion de synergie, en adoptant un regard urbanistique. Cette position initiale permet une approche mêlant sciences sociales et urbaines pour une compréhension fine et située des enjeux socio-spatiaux concernant la transition des systèmes socio-techniques de l'assainissement et de la gestion des biodéchets en ville. Cela nécessite en premier lieu d'étudier le cadre théorique existant sur la question de la valorisation des matières organiques en agriculture et de s'attarder sur le concept-clef de synergie, central dans les travaux de l'atelier TouMO.

1 Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne

2 Voir le site national notre-environnement.gouv.fr

CADRE THÉORIQUE

LA GESTION DES MATIÈRES ORGANIQUES URBAINES : ÉTAT DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1. INTRODUCTION

La nécessité d'adopter un modèle agro-alimentaire plus durable se fait progressivement reconnaître, d'abord dans le milieu scientifique, puis dans les orientations politiques à divers niveaux (Poux, Aubert, 2021). Une approche courante dans la recherche a consisté à mettre en évidence les externalités négatives qui affectent l'environnement et la santé liées aux intrants utilisés dans le système agricole conventionnel axé sur le productivisme. Le constat d'une pollution accrue de la biosphère due à ces intrants pousse à questionner le modèle agricole conventionnel. En effet, un problème majeur relevé par les scientifiques dans différents champs est l'ouverture des cycles biogéochimiques, notamment de l'azote et du phosphore, mais aussi du carbone, qui contribue à la dégradation des écosystèmes. La circulation des éléments biogènes dans la biosphère est perturbée par l'activité humaine et, de façon particulièrement intense, par l'apport d'éléments chimiques dans une optique productiviste. Par ailleurs, la circulation accrue de la production alimentaire et des intrants agricoles sur de longues distances empêche la fermeture des cycles biogéochimiques en déconnectant les lieux de production et de consommation de la matière organique (Barles, Dumont, 2021).

Ces observations soulèvent la question de la gestion des déchets organiques, notamment des déchets alimentaires et des excrétats, qui représentent une ressource importante tant en matière qu'en nutriments. En explorant depuis quelques années le potentiel des déchets organiques, la recherche s'intéresse aux conditions nécessaires à l'instauration d'un système agro-alimentaire visant à favoriser le retour de ces matières à la terre, dans une logique de circularité et de durabilité.

Les cycles perturbés de l'azote, du phosphore et de l'eau

L'azote, qui compose 78 % de l'atmosphère terrestre, est essentiel à la vie sur Terre. Il joue un rôle clé dans la fabrication des protéines des organismes vivants et permet la croissance des plantes. Cependant, le diazote (N_2), dans sa forme naturelle, n'est pas directement assimilable par les végétaux. Il doit d'abord être transformé en formes réactives telles que l'ammonium (NH_4^+) ou le nitrate (NO_3^-), ce qui se produit naturellement par l'action des orages ou de certaines bactéries présentes dans les sols et les racines de plantes comme les légumineuses. L'industrialisation, notamment grâce au procédé Haber-Bosch, a permis de produire ces formes réactives artificiellement, rendant possible une augmentation spectaculaire de la productivité agricole au XXe siècle grâce à l'usage intensif d'engrais azotés (Boutaud, Gondran, 2020). Cependant, cet apport massif d'azote réactif dépasse largement les capacités d'absorption de la biosphère. Une grande partie de cet azote n'est pas absorbée par les plantes et finit par s'accumuler dans différents milieux (Galloway et al., 2003).

Le phosphore quant à lui est aussi essentiel à la vie et à la croissance des plantes, ainsi qu'au fonctionnement des organismes vivants. Depuis le XIXe siècle, l'exploitation minière de roches phosphatées a permis de produire des engrais, augmentant considérablement la productivité agricole. Cependant, en linéarisant le cycle, cette utilisation massive a engendré de grandes pertes de phosphore dans les sols et les eaux (Pellerin et al., 2011).

Les excès de phosphore et d'azote provoquent une multitude de perturbations sur différents milieux. Aujourd'hui, les capacités naturelles d'absorption de ces excédents par la biosphère sont dépassées, entraînant l'eutrophisation des milieux aquatiques, favorisant la prolifération d'algues, l'épuisement de l'oxygène dissous et des pertes de biodiversité (Boutaud, Gondran, 2020). En d'autres termes, non seulement la limite planétaire associée aux cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore est franchie, mais ce dépassement a également des répercussions sur d'autres limites, telles que l'érosion de la biodiversité, entraînant des effets combinés difficilement prévisibles.

Ces différentes perturbations soulignent l'urgence de rééquilibrer les cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore, afin de les réinscrire dans les limites planétaires. Un tel rééquilibrage est essentiel pour construire un système agricole durable, capable de répondre aux besoins alimentaires tout en réduisant ses externalités négatives sur les écosystèmes. Repenser la gestion de ces éléments chimiques implique de mieux intégrer les processus naturels de fixation et de recyclage, tout en limitant les apports artificiels excessifs qui perturbent profondément les environnements terrestres et aquatiques (Boutaud, Gondran, 2020).

L'impasse de la gestion conventionnelle des déchets

Le développement urbain au XXe siècle, accompagné de la généralisation du tout-à-l'égout, a conduit à une gestion des déchets selon des modalités linéaires qui engendrent des externalités négatives sur l'environnement. Ces systèmes, conçus pour accompagner une urbanisation rapide, se révèlent aujourd'hui inadaptés dans certaines régions où le déclin démographique provoque un surdimensionnement des infrastructures d'assainissement et des réseaux de gestion des effluents urbains (Esculier, Legrand, Tabuchi, 2021).

Parmi les déchets produits en milieu urbain, les excrétats humains et les biodéchets constituent une ressource encore largement sous-exploitée. Ces matières organiques contiennent des éléments clés comme le carbone, l'azote et le phosphore, qui sont essentiels en agriculture et permettraient de remplacer une partie des engrais de synthèse. Leur valorisation pourrait s'inscrire dans une démarche de réduction de l'empreinte écologique, un objectif de plus en plus intégré aux politiques publiques et aux comportements individuels. En France, la mise en œuvre de la loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC, loi n°2020-105 du 10 février 2020) impose depuis le 1er janvier 2024 aux collectivités de proposer une solution de tri à la source des biodéchets des ménages, qui représentent environ 30 % de leurs déchets résiduels non triés. Une gestion séparée de ces déchets pourrait permettre leur valorisation sous forme de compost ou de biogaz, contribuant ainsi à une économie circulaire et à une meilleure utilisation des ressources disponibles (CRESS, 2024).

La recherche se saisit du sujet

Le programme de recherche-action OCAPI, lancé en 2014 par le Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains et des institutions partenaires, s'affirme comme le cadre de référence de la recherche française portant sur les cycles biogéochimiques et la gestion des urines et matière fécales humaines. Le programme participe pleinement à l'ouverture des débats et des réflexions sur les alternatives écologiques au système d'assainissement conventionnel notamment en portant des travaux de recherche et en produisant des outils de sensibilisation.

Par ailleurs, le projet de recherche sur la transition de l'assainissement urbain vers une nouvelle gestion de la matière organique (TANGO), porté par le laboratoire TBI et le LEESU dans le cadre du programme OCAPI, explore le sujet d'une gestion conjointe des biodéchets et des excrétats en milieu urbain en partenariat avec Toulouse Métropole. Dans le cadre de cette démarche, les chercheur.euses mettent au cœur de leur méthodologie une dimension participative, visant à accompagner les acteur.ices de l'assainissement et de l'agriculture dans la mise en œuvre de pratiques favorables à la gestion circulaire des matières organiques. En témoigne la création par l'équipe du jeu sérieux *Des toilettes aux champs* dont les participant.es sont amené.es à construire un scénario fictif de gestion des urines et des fèces dans un objectif de production d'engrais. Ainsi, l'atelier professionnel TouMo est commandité pour mener une étude prospective sur la construction de filières de valorisation synergique des excrétats et des biodéchets sur le territoire de la métropole toulousaine dans la continuité des travaux du projet TANGO.

La présente partie de ce livrable dresse un cadre théorique structuré autour du principe de synergie. Nous définissons la synergie selon trois dimensions : la synergie de matière, qui repose sur l'interaction et le mélange de différentes matières organiques ; la synergie de modèle, où les pratiques de gestion d'une matière servent de référence pour construire la filière de gestion d'autres matières ou de la même matière dans d'autres contextes ; et la synergie de filière, qui repose sur la mutualisation des infrastructures et des acteurs, incluant les points de collecte, les véhicules, les sites de traitement et de stockage. Nous établissons ainsi, sur la base de cette définition, un cadre théorique synthétique qui a servi de fondement à une première phase de travail. Celle-ci visait à comprendre les modalités existantes de gestion et de valorisation des biodéchets d'une part, et des excrétats d'autre part, à identifier les limites de ces dispositifs et à initier une réflexion préliminaire sur les synergies potentielles.

2. RÉCUPÉRER LES DÉCHETS ORGANIQUES : DISPOSITIFS ALTERNATIFS ET SYNERGIES POSSIBLES

Pour mettre en place une gestion circulaire des matières organiques, il est essentiel d'étudier en premier lieu les modalités techniques de leur récupération. Si le tri sélectif des biodéchets et la séparation à la source des excrétats sont des pratiques anciennes et relativement courantes chez les particulier.ères disposant d'un jardin ou d'un potager — d'autant plus lorsqu'iels sont sensibilisé.es à l'agroécologie —, leur mise en œuvre en milieu urbain est nettement plus complexe. En effet, les systèmes actuels de gestion des déchets et des excrétats en ville reposent sur un modèle linéaire et déresponsabilisant, où les particulier.ères sont rapidement, et sans effort, débarrassé.es de leurs matières organiques. Par ailleurs, la forte densité de population et l'espace limité des zones urbaines compliquent davantage la gestion de ces flux.

Ce développement explorera d'abord les dispositifs existants pour la récupération des biodéchets, avant d'examiner les systèmes de séparation des excrétats et les synergies possibles entre ces deux approches.

2.1. SYSTÈMES ACTUELS DE GESTION DES BIODÉCHETS

Depuis le 1er janvier 2024, la Loi Anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC, loi n°2020-105 du 10 février 2020) prévoit l'accompagnement des collectivités à la mise en place de solutions de tri des biodéchets qui constituent environ 30 % des déchets ménagers non triés en France.

Compostage domestique et partagé

Les ménages disposant d'un jardin sont nombreux à ne pas avoir attendu la loi AGEC pour trier leurs déchets alimentaires. Le compostage domestique est assez répandu en milieu rural et périurbain et, en permettant une valorisation in situ des biodéchets produits par les particuliers, limite l'apport d'engrais et de fertilisant dans les jardins et les potagers (Weingart, 2022). Cette pratique est d'autant plus valorisée par les collectivités amenées à développer leur stratégie de gestion des biodéchets dans le cadre de la loi AGEC (CRESS, 2024).

En milieu urbain, le compostage partagé émerge comme une solution alternative. Des composteurs collectifs installés en pied d'immeuble ou dans des espaces publics permettent aux citadin.es de trier leurs biodéchets. À Paris, par exemple, une partie des biodéchets collectés est utilisée pour enrichir les sols des espaces verts urbains (GREC, 2024). Cependant, cette approche rencontre des difficultés, comme les erreurs de tri, l'engagement citoyen limité, et les capacités restreintes de traitement (CRESS, 2024).

Différentes stratégies de valorisation

La collecte séparée des biodéchets, qu'elle soit effectuée en porte-à-porte ou en apport volontaire, tend à se développer dans les zones urbaines denses. Ces déchets sont ensuite envoyés vers des unités industrielles de traitement, principalement à des fins de méthanisation ou de compostage. La méthanisation permet de produire du biogaz par un traitement anaérobie de la matière organique. Si cette méthode de valorisation est préférée au compostage par les acteurs chargés de la construction des filières de gestion des matières dans les territoires, elle reste limitée en termes de rendements énergétiques (environ 0,1 % des besoins énergétiques nationaux) et génère des digestats[3] dont l'utilité pour la santé des sols et des plantes ne fait pas consensus (CRESS, 2024 ; GREC, 2024).

En parallèle, des filières de valorisation par compostage de la matière sont en train de se développer et de s'intégrer aux stratégies des acteurs publics. De nombreuses structures économiques de petite taille, notamment associatives, ont initié des activités de collecte, de traitement et de sensibilisation autour du compostage (Brun et al, 2020).

3 Résidus solides ou liquides produits après la digestion anaérobie (processus ou un environnement qui se déroule en l'absence d'oxygène) de matières organiques, comme les déchets agricoles, alimentaires ou de l'industrie. Ce processus, réalisé dans des installations appelées digesteurs, transforme la matière organique en biogaz (principalement du méthane) et en digestats. Ces derniers peuvent être utilisés comme fertilisants ou amendements pour les sols car ils contiennent des nutriments, comme l'azote, le phosphore et le potassium.

2.2. SYSTÈMES ACTUELS DE GESTION DES EXCRÉTATS

Les infrastructures existantes, conçues principalement pour évacuer les eaux d'assainissement, nécessitent des investissements importants pour intégrer des dispositifs de valorisation à la source (séparation des urines en particulier) (Esculier, Legrand, Tabuchi, 2021).

Le système conventionnel : un modèle vieillissant

Le système du tout-à-l'égout, adopté massivement au XXe siècle, permet d'évacuer les excrétats avec les eaux usées domestiques. Bien qu'il soit aujourd'hui indissociable des imaginaires occidentaux du confort et de l'hygiène, ce système est remis en question car il est énergivore et entraîne une perte importante de ressources récupérables. Chaque jour, 150 litres d'eau potable sont consommés par personne et captés par le réseau d'assainissement. Les excrétions sont emportées par ce même réseau ; elles sont mélangées et diluées dans cette eau et par l'ensemble des eaux consommées en ville, voire par les eaux pluviales lorsque le système est unitaire, et nécessitent une chaîne de traitement coûteuse et altérant durablement la qualité de l'eau utilisée (Esculier, Legrand, Tabuchi, 2021), rejetée par la suite dans les milieux naturels. De plus, les infrastructures vieillissantes nécessitent des investissements importants pour répondre aux nouvelles exigences environnementales. Ce point de tension (relative) atteint par le système conventionnel d'assainissement représente pour certain.es une occasion de penser la transition vers des systèmes plus adaptés, basés sur la séparation des flux (Brun, 2023).

Dispositifs alternatifs émergents

Des alternatives commencent à émerger pour la gestion des excrétats, comme les toilettes sèches ou les urinoirs séparatifs. Ces dispositifs permettent de récupérer directement les urines et les fèces, réduisant ainsi les coûts de traitement et la perturbation des espaces naturels. Ces dispositifs de sanitaires écologiques répondent depuis longtemps aux besoins des ménages non reliés à un système d'assainissement collectif, par choix ou par contrainte géographique. Des convictions politiques et morales ont également mené des particuliers à choisir ces alternatives pour leur foyer. Par ailleurs, des personnes morales (publiques ou privées) ont été dans les pays anciennement industrialisés à l'initiative de système locaux d'assainissement écologique. En Suède notamment, la récupération des excrétats avec séparation des urines fait déjà partie du système d'assainissement de quelques territoires urbains, tandis qu'en France, des projets pilotes, comme La Fumainerie à Bordeaux, ont permis à des acteurs de se structurer autour de l'enjeu d'un modèle d'assainissement écologique (Joveniaux *et al.*, 2021). Cependant, ces alternatives font face à des obstacles réglementaires et socioculturels. En France, comme dans les autres pays de l'Union Européenne, les normes limitent l'utilisation des excrétats en agriculture, notamment en agriculture biologique, et les perceptions et tabous freinent leur acceptation sociale (Hawkins, 2002).

2.3. SYNERGIES POSSIBLES

La question des synergies entre matières organiques urbaines est un angle récent et encore peu étudié de la recherche. Dans le cadre des réflexions scientifiques sur les systèmes alimentation/excrétion et sur la fermeture des cycles biogéochimiques, l'enjeu d'une approche commune de toutes ces matières semble nécessaire mais s'avère vite limité par des considérations techniques, réglementaires et socio-culturels.

Un contexte favorable

Si les déchets de cuisine et de table représentent un volume de matière jetée important et une ressource conséquente pour la production de biogaz ou de compost, les excrétats contiennent des nutriments essentiels issus des produits agricoles consommés (Joveniaux et al., 2021). Ainsi, il est pertinent de s'enrichir du contexte de généralisation de la pratique du tri des biodéchets pour alimenter la réflexion sur la récupération des excrétats. La mutualisation des infrastructures et des ressources humaines pourrait de fait permettre de réduire les coûts et d'améliorer la circularité des flux organiques (CRESS, 2024). Ce cadre théorique nous permet d'identifier les synergies (au sens large de la notion : des actions coordonnées) existantes ou possibles à l'étape, dans un premier temps, de la récupération de la matière.

Des expériences citoyennes à valoriser

Dans les zones rurales, des particuliers ont déjà installé des composteurs mélangeant les déchets alimentaires, les déchets verts et les sous-produits de toilettes sèches. Bien que ces dispositifs restent peu développés et isolés, ils montrent que le traitement synergique des matières est techniquement réalisable (Joveniaux et al., 2021). En milieu urbain, des projets d'habitat participatif explorent la possibilité de collecter les excrétions et de les joindre au processus de compostage des biodéchets produits par les habitant.es. Si ces expériences n'aboutissent généralement pas à la construction de filières, la matière étant valorisée sur place (Brun, 2023), le projet de L'Ôôôberge en Bretagne fait figure d'exception en envoyant la matière produite par les habitant.es vers des exploitations agricoles locales.

Le frein sanitaire

Cependant, une collecte synergique des matières organiques semble difficile à mettre en œuvre dans des contextes de zones urbaines denses. La gestion des risques de contamination, notamment par des résidus pharmaceutiques et des pathogènes fécaux, doit être prioritaire pour garantir la sécurité des produits finis (OMS, 2012).

Après avoir examiné les pratiques de récupération et de séparation des matières organiques, nous nous intéressons désormais aux enseignements de la recherche sur les différentes stratégies de valorisation, en nous concentrant sur les débouchés possibles.

3. DÉBOUCHÉS D'UNE FILIÈRE DE VALORISATION DES DÉCHETS ORGANIQUES

Au sein des réflexions sur la circularité organique, une entrée par les débouchés est nécessaire pour construire des modèles de filières adaptés aux besoins des territoires et des activités, notamment agricoles. Il s'agit donc d'évaluer la pertinence des débouchés identifiés hier et aujourd'hui pour valoriser les déchets alimentaires, les déchets verts ou les excrétats.

3.1. QUELLE VALORISATION DES BIODÉCHETS ?

La gestion des biodéchets s'articule aujourd'hui autour de deux débouchés principaux identifiés. D'une part, les biodéchets peuvent être méthanisés pour produire du biogaz injecté par exemple dans le réseau de distribution de gaz. D'autre part, ils peuvent être transformés en composts riches en nutriments pour amender les sols agricoles ou les espaces verts (Ministère des Territoires, de l'Écologie et du Logement).

Dans les espaces urbains, les limites de la valorisation organique

À Paris, la capacité des parcs à recevoir davantage de matière organique est très restreinte, ce qui limite les usages intra-urbains du compost. De plus, la qualité des composts produits reste instable, même lorsque les habitant.es respectent les consignes de tri. En effet, les biodéchets sont souvent mélangés aux déchets verts issus des parcs et jardins, qui peuvent contenir des métaux lourds en raison de la pollution environnementale, notamment à travers les broyats d'arbres exposés aux polluants (situation non rencontrée à Toulouse). Enfin, les espaces verts urbains n'ont pas de besoins significatifs en matière organique au-delà des apports déjà assurés par les déchets verts locaux, limitant ainsi ce débouché (GREC, 2024).

La méthanisation, quant à elle, est fréquemment mise en avant pour sa capacité à produire de l'énergie tout en générant des digestats pouvant être valorisés en agriculture. Toutefois, cette solution présente également des limites importantes. Le rendement énergétique de la méthanisation reste faible : même dans le scénario le plus optimiste, elle ne couvrirait que 0,1 % des besoins énergétiques nationaux (GREC, 2024). En outre, les digestats produits offriraient un intérêt limité sur le plan agroécologique, ce qui réduit leur valeur pour les agriculteur.ices.

3.2. QUELLE VALORISATION DES EXCRÉTATS ?

Des filières oubliées

Au XIXe siècle, l'utilisation des sous-produits urbains, notamment la valorisation des excrétats, devient un marqueur important de l'industrialisation en Europe. En France, cette pratique remontant à l'Ancien Régime se développe avec des approches locales variées. À Paris, une filière particulièrement structurée émerge : les excrétats y sont collectés, transformés en poudrette – un engrais agricole sous forme de poudre sèche – puis commercialisés. Cette filière intégrée, gérant toutes les étapes, de la collecte à la vente, est marquée par une concentration des activités tendant au monopole, facilitée par l'unicité des matières premières et de leurs débouchés. Bien qu'elle reflète, d'un point de vue actuel, une certaine circularité par la réutilisation des déchets, cette approche reste orientée vers la croissance économique et la rentabilité, reposant sur des procédés peu respectueux de l'environnement (Barles, 2023).

Les boues d'épuration

Actuellement, les boues issues des stations d'épuration (STEP) représentent la forme la plus commune de réutilisation des excrétions. En France, environ 1 million de tonnes de boues sont produites chaque année, et 73 % d'entre elles sont utilisées pour l'épandage agricole. Cette pratique enrichit les sols en nutriments essentiels (azote, phosphore, matières organiques) et améliore leurs qualités physiques et chimiques, favorisant ainsi la production d'humus. L'épandage concerne principalement des cultures comme le blé, le colza, et le maïs fourrager, couvrant 2,5 à 3 % de la surface agricole utile, soit 750 000 à 800 000 hectares. Le reste des boues est incinéré (18 %) ou mis en décharge (9 %). L'épandage est donc considéré comme une solution économique et écologique pour valoriser ces déchets (ADEME, 2018). Cependant, les procédés conduisant à la production de boues d'épuration impliquent la perte d'une grande partie des nutriments, et les boues contiennent toujours un certain nombre de contaminants issus des eaux usées.

L'urine, le fertilisant de demain ?

Une piste récente qui provoque l'intérêt de la recherche est la production d'urino-fertilisants. L'intérêt agronomique de l'urine est largement reconnu par les scientifiques et les urino-fertilisants sont de mieux en mieux perçus par les agriculteur.ices (Marandet, 2022). Cependant, leur mise en œuvre est freinée par l'absence de normes réglementaires précises et par le risque de contamination perçu par les agriculteurs (Martin, 2020 ; Marandet, 2022). La recherche s'attache à identifier ces freins, qu'ils soient économiques, socio-culturels, ou encore agronomiques, pour définir les contours du système socio-technique actuel. En particulier, les perceptions socio-culturelles et la complexité logistique sont identifiées comme les freins majeurs à la valorisation agricole des urino-fertilisants (Marandet, 2022).

3.3. ENJEUX LOGISTIQUES ET PRIMORDIALITÉ DU DÉBOUCHÉ

Penser la logistique pour comprendre les flux de matières

La mise en place d'une filière de valorisation des déchets organiques exige une réflexion approfondie sur le cheminement de la matière, depuis son point de collecte jusqu'à son utilisation finale. Une identification claire des débouchés constitue une condition essentielle au succès de cette filière, car elle permet de structurer efficacement chaque étape du processus (Brun et al., 2020). Cette approche systémique est particulièrement cruciale, chaque étape logistique influençant directement la réussite globale de la filière. En effet, penser la logistique comme un tout cohérent s'inscrit dans l'objectif de fermeture des cycles biogéochimiques, où les flux de nutriments sont réintégrés dans des boucles locales ou régionales, favorisant ainsi une utilisation durable des ressources.

Si les dispositifs de collecte des déchets organiques sont bien documentés, les étapes intermédiaires entre leur récupération et leur valorisation restent encore peu étudiées, notamment pour les excrétats humains, encore abordés sous un angle prospectif ou expérimental du fait de l'absence de cadre législatif adéquat. Ces étapes, incluant le transport, le stockage, la transformation en fertilisant, et la distribution des produits finis, sont pourtant centrales pour optimiser la filière (Brun et al, 2020). Une gestion efficace de ces processus permettrait de limiter l'empreinte écologique tout en garantissant une durabilité accrue. Ces enjeux logistiques soulignent la nécessité d'innovations pour transformer ces matières en intrants agricoles ou en ressources énergétiques adaptées aux besoins locaux.

Une entrée par le débouché

La valorisation agroécologique des excrétats offre, en effet, un potentiel considérable pour répondre aux défis environnementaux et économiques actuels. Une telle approche ne soutiendrait pas seulement une agriculture plus durable, mais contribuerait également à la préservation des écosystèmes et à la résilience face aux défis environnementaux.

Le choix du produit fini, cependant, dépend de nombreux facteurs spécifiques à la filière (Brun et al., 2020) et à la réglementation. Sur les parcelles agricoles, le compost peut être privilégié pour ses bénéfices directs sur les sols et les cultures. Toutefois, dans une approche filière élargie, d'autres logiques peuvent émerger. La méthanisation, par exemple, produisant à la fois du biogaz et des digestats, pourrait être plus adaptée à certains contextes, notamment pour répondre aux besoins énergétiques locaux (GREC, 2024). En milieu urbain, où se concentrent les flux de déchets organiques, une logique de proximité peut être privilégiée pour limiter les coûts de transport et fournir des intrants pour les espaces verts de quartier (GREC, 2024).

3.4. SYNERGIES LOGISTIQUES ET MUTUALISATION

Le défi logistique reste peu exploré par les travaux lus mais son importance est relevée unanimement. Le jeu sérieux *Des toilettes aux champs*, conçu par l'équipe du programme OCAPI et ses partenaires, invite les participant.es à construire une filière de valorisation des urines et met en lumière le rôle politique de la logistique. Ce sujet s'avère central dans le cadre de l'Atelier TouMo.

Une synergie biochimique

Des fertilisants issus du traitement conjoint de plusieurs flux de déchets organiques sont envisagés par les chercheur.euses, dans l'optique de mutualiser les techniques et les flux. C'est le cas dans le compost individuel d'une partie des ménages utilisant des toilettes sèches avec ou sans séparation. Les excrétats sont intégrés aux déchets alimentaires et déchets verts. Ces cas ne reposent pas sur des filières, mais permettent d'envisager les intérêts économiques et logistiques d'une filière autour des synergies biochimiques entre déchets organiques (Brun, 2023).

Les urino-fertilisants[4], de par leurs propriétés intéressantes, pourraient être ajoutés en aval de la collecte aux biodéchets (notamment verts). Ce mélange de matière à une certaine étape de la chaîne permet d'obtenir un compost « boosté » pertinent dans une logique de circularité et de fermeture du cycle biogéochimique (*Des toilettes aux champs*, OCAPI).

Repenser le jeu d'acteur.ices

La compréhension des débouchés des filières de valorisation des matières organiques met ainsi en lumière les défis techniques et les opportunités pour une gestion combinée des biodéchets et des excrétats humains.

Finalement, pour relever pleinement ces enjeux, les travaux menés dans le cadre du programme OCAPI et du projet TANGO mettent en exergue la nécessité de repenser les interactions entre les différent.es acteur.ices et les territoires pour structurer un changement de système. Dans cette optique, il convient d'explorer comment ces filières de valorisation peuvent s'intégrer dans un système socio-technique centré sur la circularité des matières organiques, visant une fermeture des cycles biogéochimiques.

4 Fertilisant organique fabriqué à partir de l'urine humaine ou animale.

4. VERS UN SYSTÈME SOCIO-TECHNIQUE FONDÉ SUR LA CIRCULARITÉ

Un système socio-technique désigne un ensemble d'acteur.ices en interaction autour de façons de produire et de consommer et qui structurent un domaine donné. Cette notion a été notamment développée par Geels dans le cadre des réflexions sur les transitions socio-techniques. Le passage à un nouveau système socio-technique repose sur l'émergence de niches d'innovations qui, en s'élargissant, transforment peu à peu les pratiques collectives, les représentations et le cadre institutionnel qui régissent le domaine en question. Le développement d'un système socio-technique s'inscrit donc à l'intersection des dynamiques des niches d'innovation et des transformations du paysage social, marqué par des évolutions culturelles et politiques (Geels, 2004).

Nous analyserons, à travers le prisme de nos lectures, les caractéristiques des systèmes socio-techniques actuels de gestion des matières organiques urbaines et les signaux de transition qui les affectent (ou non).

4.1. REPRÉSENTATIONS ET SENSIBILISATION

La mise en place de nouveaux systèmes de gestion des biodéchets et des excrétats se heurte souvent à des obstacles liés à la manière dont ces matières sont perçues par la société. Bien qu'elles puissent représenter des ressources intéressantes, elles sont encore largement considérées comme des déchets indésirables. Pour que des systèmes circulaires existent, il est indispensable d'évaluer la portée de ce tabou.

Le tabou des excrétats

Les excrétats humains, en particulier, font l'objet de représentations souvent très négatives. Historiquement, le système du tout-à-l'égout a été conçu pour « faire disparaître » ces matières, les éloignant ainsi des espaces de vie et créant une séparation mentale entre les individus et leurs déchets. Ce système, qui déconnecte les citadins de la gestion directe de leurs excrétats, s'inscrit profondément dans des normes d'hygiène et de confort (Hawkins, 2004 ; Weingart, 2022). Ainsi, lorsqu'il s'agit de réutiliser ces matières, notamment avec les toilettes séparatives, un malaise persiste, même face aux avantages environnementaux évidents (Esculier, Legrand, Tabuchi, 2021).

Changer les représentations par l'éducation et la sensibilisation

Pour surmonter ces blocages, l'éducation constitue un levier important. Dans le cadre de la loi AGEC depuis 2024, l'accompagnement des acteur.ices territoriales est un premier levier de sensibilisation et de formation (ADEME). Dans des pays comme la Suède, des campagnes de sensibilisation ont permis de normaliser l'utilisation des urinofertilisants, en montrant que l'utilisation des excrétats dans l'agriculture est non seulement faisable, mais bénéfique. Ces campagnes ont permis de réorienter les représentations collectives autour des excrétats, désormais perçus comme une ressource, non plus comme un déchet (Brun, 2023).

L'importance de la participation citoyenne

En France, des initiatives comme celle observée à Grenoble, dans le projet d'habitat participatif «Au Clair de quartier», montrent que la récupération à la source et la valorisation des excrétats peuvent être acceptées lorsqu'elles sont présentées de manière transparente et si les habitant.es sont amené.es à participer à la conception du projet. L'implication directe des habitant.es dans le suivi et l'utilisation des toilettes sèches les amène à prendre conscience des bénéfices de ces pratiques, facilitant ainsi leur acceptation (Joveniaux et al., 2021). Les exemples de composteurs partagés ou de projets collectifs pour la gestion des biodéchets montrent la volonté des citoyen.nes de s'investir lorsqu'on leur propose des solutions pratiques et accessibles. Ces systèmes renforcent également le lien social et la cohésion, car ils offrent aux habitant.es la possibilité de participer activement à la gestion de leurs déchets et de mieux comprendre l'impact environnemental de leurs choix (Legrand et al., 2021). Les projets collectifs ne sont donc pas seulement une réponse aux défis environnementaux, mais aussi un moyen de sensibiliser et de mobiliser les citoyen.nes.

4.2. FREINS ET LEVIERS INSTITUTIONNELS

Les institutions jouent un rôle important dans la transition vers une gestion circulaire des biodéchets et des excrétats. Cependant, la structure actuelle des politiques publiques et de la gestion des déchets représentent des obstacles importants à cette évolution.

Le manque de transversalité entre les différents secteurs

L'un des principaux obstacles à l'efficacité des systèmes de gestion intégrée réside dans l'absence de coordination entre les secteurs de l'assainissement, de la gestion des déchets, de l'agriculture et même de l'éducation à l'environnement. Ces secteurs fonctionnent souvent de manière isolée, ce qui complique la mise en place de solutions globales prenant en compte tous les flux organiques. Par exemple, les services d'assainissement sont généralement séparés de ceux de gestion des déchets, limitant ainsi la possibilité de mutualiser les infrastructures (Brun, 2023). Ce manque de coordination rend difficile la gestion simultanée des biodéchets et des excrétats, qui pourraient pourtant être valorisés ensemble dans des filières locales. Ceci révèle aussi une absence de politique biogéochimique (Barles, 2017).

Le flou réglementaire

Un autre obstacle à l'introduction de systèmes circulaires et synergiques est l'absence de cadres réglementaires adaptés et spécifiques. En France, la législation sur l'utilisation des excrétats humains en agriculture est largement insuffisante pour encadrer leur valorisation, malgré leur intérêt agronomique. Le vide juridique qui entoure leur usage, notamment en agriculture biologique, reflète une absence de prise en compte des avancées techniques et des préoccupations environnementales (Martin, 2020).

Cette incertitude face à la réglementation entrave l'émergence de niches innovantes nécessaires à la transition d'un système socio-technique, tandis que de nombreux.ses agriculteur.ices seraient prêt.es à utiliser des intrants faits à partir d'excrétats humains sous réserve de cadre juridique clair et de retours d'expériences de projets pilotes (Brun et al, 2020 ; Brun, 2023). Témoigne de cet enjeu le cas suédois où un cadre législatif spécifique a été créé pour l'utilisation des urino-fertilisants, en assurant à la fois l'acceptabilité des dispositifs de récupération et leur sécurité sanitaire. Ces exemples montrent qu'il est possible d'élaborer des normes adaptées pour développer des filières de circularité organique.

4.3. VERS UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE

La transition vers une économie circulaire ne se limite pas à des questions technologiques ou infrastructurelles ; elle nécessite également un changement du rapport à la matérialité et une réorganisation des systèmes de gestion des déchets organiques. Ce changement doit se faire à la fois au niveau local et global, en structurant des filières adaptées aux spécificités de chaque territoire.

Réduction des flux évitables et gaspillage alimentaire

L'un des leviers principaux pour une économie circulaire plus efficace réside dans la réduction du gaspillage alimentaire. En France, environ un tiers des aliments produits est gaspillé chaque année, ce qui représente une part importante des biodéchets. Des mesures, telles que la Loi relative à la lutte contre le gaspillage alimentaire (Loi n°2016-138 du 11 février 2016) obligeant les supermarchés à donner leurs invendus alimentaires, ont déjà été mises en place (GREC, 2024). Toutefois, le gaspillage alimentaire dans les foyers et les restaurants demeure important.

Des campagnes de sensibilisation et des initiatives locales, comme la promotion du compostage domestique et partagé en milieu urbain, pourraient contribuer à réduire ces flux évitables. Cela permettrait non seulement de récupérer une grande quantité de biodéchets, mais aussi de sensibiliser les citoyen.nes à l'importance de la réduction du gaspillage alimentaire. De nombreuses initiatives existent déjà en la matière, récemment stimulées par la loi AGEC, mais demeurent limitées dans leur ampleur et dans leurs effets.

Structuration de filières locales adaptées

Pour qu'une économie circulaire fonctionne efficacement, il est indispensable de structurer des filières adaptées aux réalités locales. À l'échelle régionale, la création de plateformes locales de compostage ou de méthanisation pourrait permettre d'intégrer les biodéchets et les excrétats dans un même système de valorisation. En Bretagne, des expérimentations cherchent à montrer que l'utilisation combinée de digestats issus de la méthanisation et d'urino-fertilisants pourrait permettre de fertiliser les sols tout en réduisant la dépendance aux engrais chimiques (CRESS, 2024).

Pour que cette transition soit viable, une approche systémique est nécessaire, intégrant tous les flux organiques dans un même cadre. Cela nécessite des outils de modélisation des flux, comme ceux développés par OCAPI, permettant d'évaluer l'impact environnemental et économique des différentes solutions de valorisation (OCAPI, 2021). Une telle approche globale permettrait de structurer une économie circulaire cohérente, où les biodéchets et les excrétats seraient perçus non comme des encombrants à évacuer, mais comme des ressources à valoriser.

PROBLÉMATISATION

L'enjeu est de taille : les systèmes urbains contemporains, du moins dans le monde occidental, ont un fonctionnement linéaire quasi déconnecté des cycles biogéochimiques. Les infrastructures sur lesquelles ces villes reposent ainsi que la mondialisation de la production agricole participent à cette déconnexion entre les sols, les matières organiques et les flux de nutriments. La réflexion porte donc sur les modes d'organisation des systèmes urbains de l'assainissement, de la gestion des biodéchets et de la production agricole, avec pour objectif de proposer des pistes de transition qui permettent de refermer les cycles de l'azote et du phosphore. Plus précisément, il s'agit d'étudier les possibilités de déploiement de nouvelles filières de valorisation de ces matières, circulaires et inscrites dans les tissus urbains, mettant en œuvre des synergies de matière, de filière ou de modèle entre biodéchets et excrétats humains.

L'état de la littérature a montré que la valorisation des biodéchets est une question mieux définie que celle des excrétats, encore largement négligée tant par les politiques publiques que dans de nombreux domaines de recherche. C'est pourquoi cet atelier s'intéresse aux systèmes de gestion de ces deux types de matières organiques à travers la notion de synergie, qui permet d'examiner les initiatives existantes pour les biodéchets afin de s'en inspirer pour envisager des approches similaires ou voisines pour le traitement des excrétats. Il explore ainsi à la fois les liens possibles entre les évolutions du traitement des biodéchets et celles à imaginer du traitement des excrétats, mais aussi les initiatives citoyennes avant-gardistes, à partir desquelles un changement de grande envergure peut prendre forme. Enfin, le choix d'un terrain permet de situer cette réflexion et d'étudier de manière pragmatique la fermeture des cycles biogéochimiques : il s'agit de la métropole de Toulouse.

De quelle manière peut-on concevoir de nouvelles filières de valorisation des matières organiques urbaines? Dans quelle mesure la métropole de Toulouse pourrait-être à l'avant-garde de nouveaux systèmes d'assainissement, de gestion des biodéchets et de production agricole ? Quels sont les enjeux d'une inscription durable de ces systèmes dans les tissus urbains, en particulier en milieu urbain dense ? Comment imaginer des transitions possibles des systèmes socio-techniques de la valorisation des matières organiques dans un contexte d'impératifs écologiques et sociaux ?

Le travail de l'atelier TouMO se présente en trois temps : tout d'abord, un diagnostic territorial restitue les résultats d'une enquête de terrain menée en janvier 2025. Ensuite, l'analyse des données recueillies a permis de produire une étude prospective sous la forme de scénarios illustrés par des bandes dessinées. Enfin, un dernier livrable propose des conseils pour l'adaptation ludique des scénarios présentés, afin qu'ils s'inscrivent à leur tour dans la démarche participative du jeu *Des toilettes aux champs*.

PRÉSENTATION DU TERRAIN

Toulouse Métropole est une métropole française qui regroupe 37 communes dans le département de la Haute-Garonne en région Occitanie. Constitué en communauté d'agglomération le 19 septembre 2008, puis en communauté urbaine à compter du 24 décembre 2008, ce groupement a obtenu le statut de Métropole au 1er janvier 2015, en application de la loi MAPTAM (Loi n°2014-58 du 27 janvier 2014). D'une superficie de 465 km², ce territoire compte plus de 800 000 habitants et connaît une croissance démographique relativement stable (autour de 1,2 %/an) jusqu'aux années 2010[5]. Au cours de la période la plus récente, la croissance de la population de Toulouse Métropole s'est accélérée : elle accueille désormais 10 200 habitants par an en moyenne (soit 1,3%/an), contre 7 700 habitants par an entre 2008 et 2013. Cette accentuation est portée par une augmentation de l'attractivité résidentielle du territoire, s'appuyant sur l'arrivée de jeunes ménages (Toulouse Métropole, 2024, A, p.47). En effet, la majorité du solde migratoire est portée par des entrants âgés de 15 à 29 ans (Toulouse Métropole, 2024, A, p.50).

Polarisé autour de la commune de Toulouse, qui compte à elle seule plus de 60 % de la population métropolitaine, Toulouse Métropole est un territoire majoritairement urbanisé[6], même si de vastes espaces agricoles et naturels subsistent, notamment au nord-ouest, au nord et à l'est (Toulouse Métropole, 2024, A, p.16). La part relativement importante des espaces agricoles, qui représentent 29 % du territoire (soit 13 183 hectares), a été identifiée comme « un atout incontestable pour la Métropole» dans le rapport de présentation du PLUi de Toulouse Métropole actuellement en phase d'enquête publique. Ce document invite à les préserver, en particulier de l'étalement urbain en tache d'huile, ces espaces agricoles étant entièrement entourés par des espaces urbanisés et à ce titre « souvent mis en concurrence avec l'urbanisation » (Toulouse Métropole, 2024, A, p.17). En effet, depuis les années 2010, environ une cinquantaine d'hectares de surface agricole utile (SAU) a été perdue chaque année, soit l'équivalent de 1 à 1,5 exploitation/an. Près de 60 % des surfaces vendues ont été destinées à l'urbanisation (Toulouse Métropole,

5 Données INSEE (2021).

6 Sur la photographie de l'occupation du sol en 2022, les espaces urbanisés représentent 59 % du territoire de Toulouse Métropole.

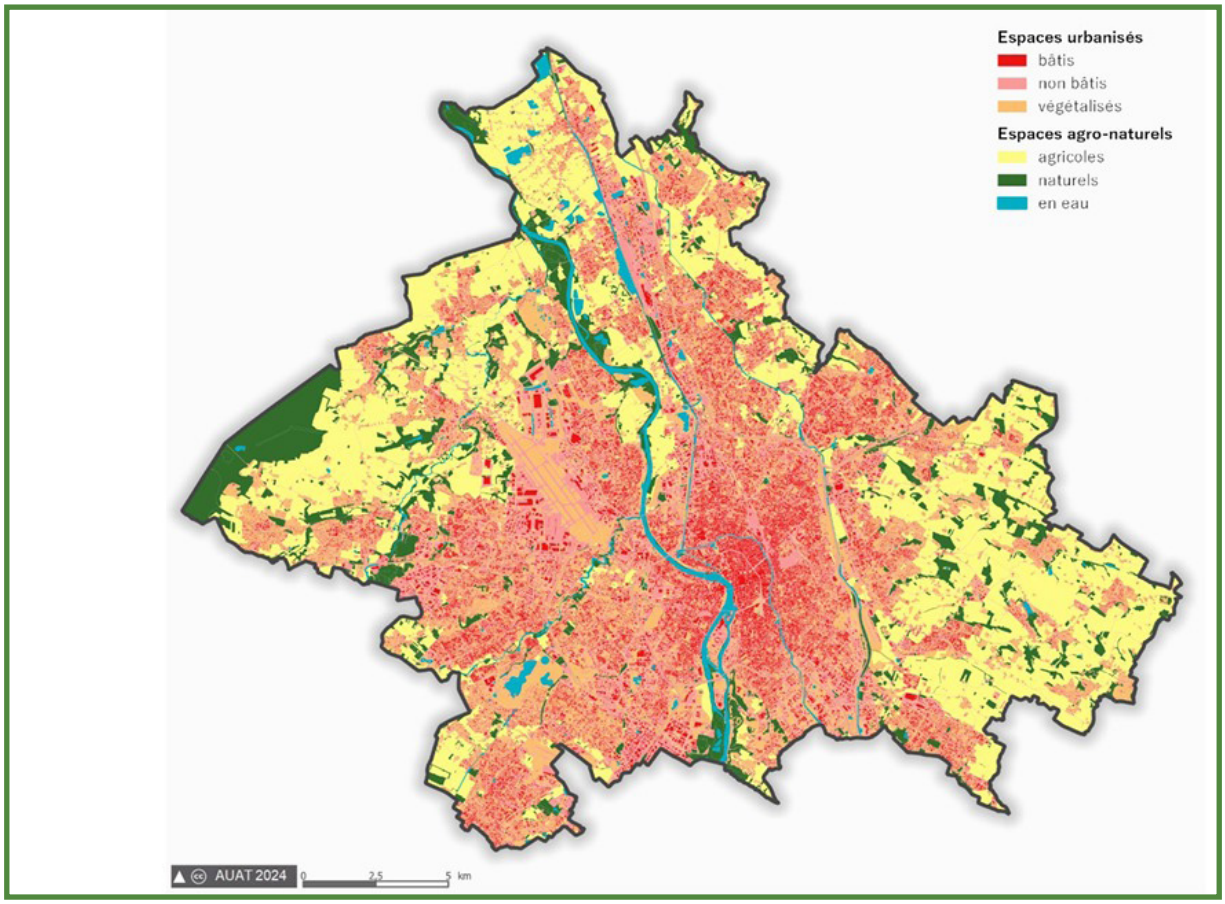

Figure 1 : Carte de l'occupation du sol de Toulouse Métropole en 2022

Source : PLUi-H de Toulouse Métropole, Rapport de présentation (p.17)

2022, A, p.5).

Sur l'ensemble des espaces cultivés, une analyse physique et paysagère du profil agricole du territoire menée dans le cadre de l'élaboration du PLUi-H permet d'identifier trois grandes catégories d'exploitations agricoles spécifiques, aux caractéristiques homogènes (Toulouse Métropole, 2024, A, p.18) :

- Les grandes cultures, à dominante céréalière, qui représentent 62 % des exploitations et 72 % des surfaces agricoles du territoire, principalement à l'est et à l'ouest ;
- Les grands ensembles maraîchers, qui se situent plutôt au nord de l'agglomération, sur les terres les mieux classées en termes de qualité agronomique des sols ;
- La production maraîchère urbaine, qui représente 24 % des exploitations pour 3,4 % des surfaces et est souvent imbriquée dans le tissu bâti, principalement en vallée de Garonne.

En outre, le territoire toulousain rencontre des enjeux importants du point de vue de la qualité des milieux aquatiques et de l'état chimique et écologique de ses cours d'eau. En effet, alors que les masses d'eaux souterraines dégradées représentent près de 35 % de la surface du bassin hydrographique de la Garonne, trois sources de pollutions importantes y sont identifiées : les pollutions diffuses liées à l'utilisation des pesticides, l'excès d'azote et la performance insuffisante des réseaux et de certaines stations d'épuration[7]. Bien plus, selon l'agence de l'eau Adour-Garonne, plus de 19 % des masses d'eau superficielles du bassin subissent une pression liée aux rejets des systèmes d'assainissement des collectivités (Agence de l'eau Adour-Garonne, 2022, p.48). À l'échelle de la région toulousaine en particulier, l'ensemble du territoire est classé en zone vulnérable par les nitrates d'origine agricole[8] et deux zones sensibles à l'eutrophisation y ont été identifiées (l'Hers Mort et les affluents en rive gauche de la Garonne), ce qui témoigne des fortes teneurs en nitrates et en pesticides des masses d'eau.

Toulouse Métropole est donc emblématique de la linéarisation du métabolisme urbain, et de l'ouverture des cycles biogéochimiques : une métropole fortement consommatrice d'eau et d'aliments du fait de sa population nombreuse, qui produit des biodéchets en quantité importante et dont le système d'assainissement contribue à la dégradation des milieux aquatiques, tandis que son agriculture se nourrit d'intrants industriels, contribuant par là à cette même dégradation. Une métropole qui dispose pourtant d'un gisement considérable de nutriments et de matières organiques dont l'agriculture pourrait se saisir.

7 Site de l'agence de l'eau Adour-Garonne, La politique de l'eau : le SDAGE-PDM 2022-2027 | Agence de l'eau Adour-Garonne, consulté le 15/01/2023

8 Ces zones sont issues de la directive européenne 91/676/CEE du 12 décembre 1991, dite directive « Nitrates », et doivent faire l'objet de programmes d'actions pour prévenir ces pollutions. Ce classement implique également des opérations de sensibilisation vis-à-vis des bonnes pratiques agricoles.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

Barles, S. (2017). Écologie territoriale et métabolisme urbain : quelques enjeux de la transition socio-écologique. Revue d'économie régionale et urbaine, (5), 819-836.

Barles, S. (2023). Le marché des sous-produits urbains (France, fin XVIIIe-début XXe siècles). Entreprises et histoire, 110(1), 29–43. https://doi.org/10.3917/eh.110.0029

Barles, S., & Dumont, M. (2021). Métabolisme et métropole : La métropole lilloise entre mondialisation et interterritorialité. Paris : Autrement.

Barot, S., Bognon, S., Charvet, R., Gantois, M., Giacche, G., Joveniaux, A., Legrand, M., Lehec E., et al. (Réd.). (2024). Orchestrer les flux de matières organiques urbaines : Une réflexion à partir du cas de la Ville de Paris. GREC francilien.

Bihouix, P., (2014). L'âge des low-tech : vers une civilisation techniquement soutenable. Le Seuil. https://doi.org/10.3917/ls.bihou.2014.01.

Boutaud, A., & Gondran, N. (2020). Les perturbations des cycles de l'azote, du phosphore et de l'eau douce : une menace pour la résilience des écosystèmes. Dans Les limites planétaires (pp. 56–71). La Découverte. https://shs.cairn.info/les-limites-planetaires--9782348046230-page-56?lang=fr

Brun, F. (2023). La séparation à la source des excrétats humains dans les petites collectivités : vers de nouvelles filières de circularité couplant assainissement et fertilisation. Rapport d'avancement de thèse année 1. École des Ponts ParisTech et Université Paris-Est. https://hal.science/hal-04398614

Brun, F., Joncoux, S., de Gouvello, B., & Esculier, F. (2020). Vers une valorisation des urines humaines. Études rurales, 206, 200–220. https://doi.org/10.4000/etudesrurales.24043

Esculier, F., Legrand, M., & Tabuchi, J.-P. (Coords.). (2021). Quel intérêt pour la séparation à la source dans la gestion des eaux usées domestiques en France ? Association Arceau Île-de-France.

Galloway, J. N., Aber, J. D., Erisman, J. W., Seitzinger, S. P., Howarth, R. W., Cowling, E. B., & Cosby, B. J. (2003). The nitrogen cascade. BioScience, 53(4), 341–356. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0341:TNC]2.0.CO;2

Geels, F. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change. Research Policy, 33(6–7), 897–920. https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015

Hawkins, G. (2002). Down the Drain: Shit and the politics of disturbance. Dans G. Hawkins & S. Muecke (Éds.), Culture and Waste: The creation and destruction of value (pp. [pages non spécifiées]). Boulder : Rowman and Littlefield.

Joveniaux, A., De Gouvello, B., & Legrand, M. (2021). L'émergence d'un commun en matière d'assainissement urbain : les toilettes sèches séparatives en habitat participatif.

Legrand, M., Joveniaux, A., Arbarotti, A., de Gouvello, B., Esculier, F., & Tabuchi, J.-P. (2021). Séparation à la source et valorisation des excrétats humains du Grand Paris : des filières émergentes. Techniques Sciences Méthodes – Génie urbain, génie rural, 9(9), 103. https://doi.org/10.36904/tsm/202109103

Marandet, O. (2022). Analyse des freins et leviers à l'utilisation d'excrétats humains en agriculture biologique.

Marandet, O. (2022). "Fermer les cycles de nutriments pour une agriculture soutenable : Analyse des freins et leviers à l'utilisation d'excrétats humains en agriculture biologique", 33 p.

Pellerin, S., Dorioz, J., & Morel, C. (2011). Chapitre 15. Bilan environnemental du phosphore. Dans M. Girard, C. Walter, J. Rémy, J. Berthelin, & J. Morel (Dirs.), Sols et environnement (2e éd.). Dunod. https://doi.org/10.3917/dunod.girar.2011.01.0358

Martin T. (2022). Thèse L'urine humaine en agriculture: des filières variées pour contribuer à une fertilisation azotée durable. https://pastel.hal.science/tel-03350482v1/file/91062_MARTIN_2020_archivage.pdf

Littérature grise

ADEME, (non daté), « La méthanisation en 10 questions, une énergie prometteuse, issue des matières organiques », [en ligne], 11 p.

Agence de l'eau Adour-Garonne, (2022), « Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux », [en ligne], 449 p.

ARCEAU, (2021), "Quel intérêt pour la séparation à la source dans la gestion des eaux usées domestiques en France ?", ARCEAU IDF, 36 p.

ARCEAU, (2023), "Enjeux réglementaires relatifs à la séparation à la source des urines et matières fécales en vue d'une valorisation agricole", ARCEAU IDF, 24 p.

R.A.E., (2010), "Guide de bonnes pratiques pour le compostage des sous-produits de toilettes sèche", [en ligne], 28 p.

ADEME (2018), « Matières fertilisantes organiques : gestion et épandage », 15p.

ADEME (non daté), « Organiser la concertation territoriale pour les déchets organiques. », [en ligne], https://economie-circulaire.ademe.fr/concertation-territoriale-dechets-organiques

CNIID, (2010), « Fiche d'information du Cniid – Centre national d'information indépendante sur les déchets Les enjeux de la gestion durable des biodéchets Clefs de compréhension et pistes d'action », [en ligne], https://cniid.org/IMG/pdf/2010_fiche_biodechets.pdf

Directive OMS (2012), « Pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères Volume 1 et 2 », [en ligne], https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/78280/9789242546835_fre.pdf?sequence=3&isAllowed=y / https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/78280/9789242546828_fre.pdf?sequence=1

Toilettes du Monde, (2014), « Gestion des sous-produits de toilettes sèches familiales : étude sur le traitement des matières par compostage (compost et lixiviat) », Rapport final ADEME, [en ligne], 127 pages.

Toulouse Métropole, (2024), (A), « PLUi-H / Rapport de présentation, Livret 1B1 », [en ligne], 403 p.

Sitographie

Ministère des Territoire, de l'Écologie et du Logement, « Tri à la source des biodéchets : une nouvelle obligation, de nombreuses solutions », 15/09/2023, consulté le 06/12/2024.https://www.ecologie.gouv.fr/biodechets

ANNEXE 1

Figure 1 - Carte de l'occupation du sol de Toulouse Métropole. 23

L'ensemble des étudiantes de l'atelier TouMO tient à remercier l'équipe pédagogique du master Urbanisme et Aménagement de l'université Paris 1 Panthéon Sorbonne et toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Ce dernier est le fruit de nombreux échanges au sein de l'atelier mais également de discussions toujours passionnantes avec toutes celles et ceux que nous avons eu la chance de rencontrer ou que nous côtoyons au quotidien et qui ont nourri nos réflexions tout au long de ce travail.

Nous remercions particulièrement chacun.e des membres du comité de suivi de cet atelier, Bernard de Gouvello, Raphaëlle Kulis, Marine Legrand et Elisabeth Lehec pour leurs conseils avisés, leurs retours précieux et le temps qu'iels ont pu consacrer à l'accompagnement de cet atelier.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre professeure Sabine Barles pour la création et l'accompagnement de cet atelier ainsi que pour son engagement, que nous partageons, à l'égard des enjeux écologiques de l'aménagement du territoire. Ses conseils ont alimenté chacune de nos délibérations et ont rendu possible la réalisation d'un travail qui se veut rigoureux et engagé.

Pour citer ce dossier :
Atelier TouMO (Alya Alexandre, Salomé Champenois, Zoé Grilhot, Eva Larive et Esther Mbanza). Etude prospective sur la gestion des matières organiques urbaines dans la métropole de Toulouse. Rapport de l'atelier professionnel de Master 2 Urbanisme et Aménagement de l'univerité Paris 1 Panthéon Sorbonne, mars 2025. Livrable 2 - Diagnostic territorial

ANR-22-CE22-0009