

Séparation à la source et valorisation des excrétas humains du Grand Paris : des filières émergentes

Marine Legrand, Aurélie Joveniaux, Alexsandro Arbarotti, Bernard de Gouvello, Esculier Fabien, Jean-Pierre Tabuchi

▶ **To cite this version:**

Marine Legrand, Aurélie Joveniaux, Alexsandro Arbarotti, Bernard de Gouvello, Esculier Fabien, et al.. Séparation à la source et valorisation des excrétas humains du Grand Paris : des filières émergentes. TSM. Techniques Sciences Méthodes – Génie urbain, génie rural, 2021, 9 (9), pp.103-118. 10.36904/tsm/202109103 . hal-03703655

HAL Id: hal-03703655
https://enpc.hal.science/hal-03703655

Submitted on 24 Jun 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SEPARATION A LA SOURCE ET VALORISATION DES EXCRETATS HUMAINS DU GRAND PARIS : DES FILIERES EMERGENTES

SOURCE SEPARATION AND VALORIZATION OF HUMAN WASTE: TOWARD IMPLEMENTATION IN GREATER PARIS

Legrand Marine[1*], Joveniaux Aurélie[2], Alexsandro Arbarotti[3], de Gouvello Bernard[4], Esculier Fabien[5], Tabuchi Jean-Pierre[6]

[1]LEESU, Ecole des Ponts Paris Tech, 6-8 avenue Blaise Pascal, 77455 Champs sur Marne – marine.legrand@enpc.fr

[2] LEESU, Ecole des Ponts Paris Tech, 6-8 avenue Blaise Pascal, 77455 Champs sur Marne – aurelie.joveniaux@enpc.fr

[3] LEESU, Ecole des Ponts Paris Tech, 6-8 avenue Blaise Pascal, 77455 Champs sur Marne – elias.arbarotti@enpc.fr

[4] CSTB/LEESU, Ecole des Ponts Paris Tech, 6-8 avenue Blaise Pascal, 77455 Champs sur Marne – bernard.de-gouvello@enpc.fr

[5] LEESU, Ecole des Ponts Paris Tech, 6-8 avenue Blaise Pascal, 77455 Champs sur Marne – METIS, Sorbonne Université, Case courrier 105, 4 place Jussieu, 75005 Paris fabien.esculier@enpc.fr

[6]SIAAP, 2 rue Jules César, F75012 PARIS – jean-pierre.tabuchi@siaap.fr

[*]marine.legrand@enpc.fr ; + 33 1 64 15 36 36

CATEGORIE DE L'ARTICLE : *Recherche appliquée*

FORMAT DE L'ARTICLE : *Article scientifique/technique*

TABLE DES MATIERES

Résumé / Abstract……p. 3

Introduction……p. 4

1. Comment gérer les excrétats d'une mégapole en respectant les frontières planétaires ? le cas du Grand Paris ……..p. 5

1.1. Les limites méconnues du système alimentation-excrétion actuel : linéaire, gaspilleur et polluant……p. 6

1.2. La séparation à la source : un paradigme prometteur sobre, moins polluant et hygiénique…… p. 7

1.3. L'urine séparée à la source relève-t-elle de l'assainissement ? L'héritage d'un cadre juridique inadapté ……..…..p. 8

2. Contraintes matérielles et organisationnelles : ce que révèlent les projets qui voient le jour en milieu urbain dense…….……..…….…p. 9

2.1. Organiser la collecte, le traitement, le retour aux champs ……..……..p. 9

2.2. Mille-feuille territorial et jeux d'acteurs complexes ……..… ……..……..p. 11

2.2.1. A l'échelle régionale…….…… .p. 11

2.2.2. A l'échelle de la collectivité locale de grande taille ……..p. 12

3. Vers une intégration de la séparation à la source dans la fabrique urbaine ? …… ……..….p. 13

3.1. Dans les "marges" de la fabrique urbaine ……..…… ….p.13

3.1.1. Espace public & urbanisme transitoire ……..…….. .p. 13

3.1.2. Urbanisme "inclusif" à partir du cas de l'Habitat participatif ….……p. 15

3.2. Les Écoquartiers comme contexte de démonstration favorable ? ……..……....p. 16

Conclusion…… …..…p.17

Remerciements…… ….p.18

Bibliographie……..…..p. 18

Résumé

Une approche holistique des questions environnementales met en lumière les limites atteintes par l'utilisation des égouts pour éloigner les excrétats humains des espaces habités. Les mégapoles, en particulier, sont aujourd'hui exposées à des enjeux aigus et encore méconnus. Dans un contexte de changements globaux majeurs auxquels l'assainissement doit faire face, une si grande concentration de population met le modèle classique de l'assainissement sous tension.

Dans un contexte de changements globaux majeurs auxquels l'assainissement doit faire face, une si grande concentration de population met en lumière les limites du modèle classique de l'assainissement. À la saturation récurrente des systèmes d'assainissement centralisés, s'ajoute une empreinte élevée en termes de dépense énergétique, d'émissions de gaz à effet de serre et souvent toujours de pollution des milieux aquatiques. Pourtant, ces excrétats, gérés séparément, pourraient être utilisés comme matières fertilisantes : leur utilisation agricole permet de sortir d'une logique de dépollution des excrétats et de créer un mutualisme entre territoires urbains et agricoles, ces derniers bénéficiant alors de matières fertilisantes pérennes, locales et non fossiles.

A partir du cas de l'agglomération parisienne, nous proposons une analyse transversale des opportunités actuelles de mise en œuvre de filières de séparation à la source en contexte de grande concentration urbaine. Plus spécifiquement, nous nous intéressons aux freins et leviers techniques, organisationnels, économiques, en vue de la production de fertilisants à partir des excrétats humains et en particulier des urines, dans de bonnes conditions sanitaires et agronomiques.

Nous montrons l'accumulation d'éléments de démonstration quant aux limites du système d'assainissement actuel et la nécessité d'un changement de paradigme. Persiste, nonobstant, une difficulté à mettre en place des projets pilotes (freins politiques, socio-culturels, économiques, réglementaires et techniques, exacerbés dans le contexte d'une mégapole). Toutefois, une dynamique récente s'observe, avec des projets qui émergent en marge de la fabrique urbaine. Un facteur clef de leur réussite tient à leur adaptation aux différentes configurations territoriales. Portés par des individus et collectifs aux trajectoires spécifiques, ceux-ci laissent entrevoir une capacité à inventer de nouveaux dispositifs socio-techniques de gestion des excrétats humains.

Mots-clés : Assainissement, séparation à la source, valorisation des excrétats humains, toilettes sèches, urine, configurations territoriales, Paris.

Abstract

A holistic approach to environmental issues highlights the limits reached by the use of sewers to remove human excreta from inhabited spaces. Megacities, in particular, are today exposed to acute and still unknown challenges Given the major global changes faced by wastewater management systems, such a large concentration of population puts the classical sanitation model under stress.

Apart from the frequent overloads of centralised wastewater management systems, there is their deep

footprint in terms of energy expenditure, greenhouse gas emissions and continuing frequent pollution of aquatic environments. Yet managed separately, these excreta could be used as fertiliser: their agricultural application would represent a move away from the waste remediation model and an opportunity for mutual benefit between urban and agricultural zones, supplying the latter with lasting, local and nonfossil fertilising materials.

Focusing on the case of the Paris conurbation, we provide a crosscutting analysis of the current opportunities for implementing source separation systems in a highly concentrated population centre. More specifically, we examine the technical, organisational and economic obstacles and drivers around the production of fertilisers from human excreta, in particular from urine, under good sanitary and agronomic conditions.

We show the build-up of evidence about the limits of the current wastewater management system and the need for a paradigm shift. Nonetheless, pilot projects remain difficult to implement (due to political, sociocultural, economic, regulatory and technical obstacles, which are particularly tough in the case of a megacity). Despite this, there has been a recent shift in the dynamics, with projects emerging on the margins of urban planning. A key factor in their success is adaptation to different territorial configurations. Backed by individuals and groups with specific priorities, these projects offer a glimpse of the possibility of devising new sociotechnical systems for managing human waste.

Keywords: Sanitation, source separation, human excreta valorization, dry toilets, urine, territorial configuration, Paris.

Introduction

L'urbanisation de la région capitale métropolitaine française, l'Île-de-France, progressive au cours du 20ème siècle, se poursuit encore aujourd'hui. Le « Grand Paris » est devenu une mégapole. Du point de vue de l'aménagement du territoire, on assiste ici au cumul entre une longue tradition centralisatrice, spécifique à la France, et une dynamique urbaine plus globale, avec une croissance des grands pôles urbains qui ne cesse de s'intensifier, en relation avec une concurrence toujours accélérée entre places fortes de l'économie de marché mondialisée. L'agglomération parisienne est historiquement positionnée comme unique centre économique, culturel, politique, intellectuel et logistique du pays, organisé en étoile autour de sa capitale. Aujourd'hui, celle-ci se mesure à New-York, Londres, Pékin, Lagos, Mexico, São Paulo, Tokyo comme pôle attracteur global. Comme si la planète entière s'organisait à présent sous l'égide de la conurbation, les distances s'annulant presque en apparence, via le recours massif au trafic aérien, la numérisation croissante des échanges et le faible coût du transport de marchandises [THISSE et VAN YPERSELE, 1999].

Or, en dépit des apparences dans les pays les plus riches, pour toutes les grandes agglomérations et *a fortiori* les mégapoles, l'accès à l'eau et à la nourriture, mais également à l'assainissement, constituent un défi, du fait de la forte concentration de population qu'elles créent. Le dépassement des frontières environnementales, désormais effectif à l'échelle planétaire en particulier pour les cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore [STEFFEN *et al.*, 2015], se trouve localement exacerbé dans ces villes-mondes

aux proportions inédites. Le projet d'agrandir encore davantage la mégapole de Paris au 21ème siècle[1] interroge la possibilité matérielle d'assurer toutes les fonctions nécessaires à la construction et au fonctionnement de cette mégapole : transports de personnes, transports de biens (aliments, matériaux de construction, etc.), approvisionnement en énergie... La nécessité de limiter drastiquement l'impact environnemental de ce territoire rend la tâche encore plus ardue. La gestion des eaux usées du Grand Paris montre en particulier de nombreuses limites, exacerbées par le fait que la Seine possède un débit relativement faible par rapport à la population de la ville[2].

Cet article interroge l'avenir de la gestion des excrétats humains en contexte urbain dense à partir du cas du Grand Paris. Nous partirons d'un constat matériel, celui des limites rencontrées par le système d'assainissement de la mégapole, au cœur des relations entre sol, eau et alimentation. Nous examinerons ensuite les jeux d'acteurs, les normes et les infrastructures sur lesquels reposent aujourd'hui les opportunités de mise en pratique de modalités plus vertueuses de prise en charge des urines et matières fécales. Comment organiser la collecte, le traitement et le transport des excrétats en dehors de l'égout ? Après nous être interrogés sur le cadre normatif/juridique propice à un tel renversement de paradigme, nous évoquerons l'écheveau territorial dans lequel ces innovations ont à s'insérer à l'échelle régionale et locale. Enfin, nous nous pencherons sur les contextes propices à l'émergence de projets pilotes dans les interstices de la fabrique urbaine, tels que l'habitat participatif et la production d'Ecoquartiers.

Cette analyse s'appuie sur les travaux menés au sein du programme OCAPI[3] : (1) une démarche d'écologie territoriale appliquée à la gestion de l'alimentation et de l'excrétion dans l'agglomération parisienne ; (2) une analyse historique et réglementaire du verrouillage socio-technique autour du tout-à-l'égout ; (3) des suivis de cas d'étude permettant un retour d'expériences pilotes, à l'échelle du projet d'aménagement dans différentes configurations urbaines d'une part ; d'autre part de suivis de démonstration à l'échelle du bâtiment ; (4) les entretiens menés avec les membres du Groupe de travail thématique « séparation à la source des eaux usées domestiques » d'Arceau Ile-de-France. Ce groupe, co-animé par le SIAAP[4] et le LEESU (programme OCAPI) regroupe une soixantaine d'acteurs issus des institutions publiques franciliennes, de la recherche académique et des acteurs professionnels du secteur de la gestion des excrétats humains.

1. Comment gérer les excrétats d'une mégapole en respectant les frontières planétaires ? le cas du Grand Paris

Les multiples contraintes liées à la croissance actuelle de l'agglomération parisienne ont été favorables à l'initiation de réflexions, de la part de nombreux acteurs différents, pour reconsidérer la place des excrétats humains dans l'assainissement. L'assainissement englobe en effet de multiples enjeux : gestion des eaux pluviales, usages ménagers de l'eau (hygiène, lavage, cuisine...), gestion des excrétats humains, etc.

[1] Depuis 2000, on construit en Île-de-France en moyenne 30 000 logements collectifs, 9 000 logements individuels, et 600 000 m² de bureaux chaque année, en relation avec la mise en œuvre du Grand Paris Express, ligne de transport supplémentaire destinée à améliorer les connexions entre les différentes périphéries de l'agglomération.

[2] 650 L/hab/j au QMNA5.

[3] Organisation des cycles Carbone, Azote et Phosphore dans les territoires - www.leesu.fr/ocapi.

[4] Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne

L'analyse des flux de matières en jeu montre que la tension principale qui pèse sur le système d'assainissement parisien par rapport à la qualité de la Seine réside finalement dans les excrétats humains, aujourd'hui dilués dans les eaux usées puis traités en station d'épuration avant leur rejet dans l'environnement [ESCULIER *et al.*, 2015]. En suivant une approche d'écologie territoriale, on constate finalement que les excrétats humains ont intrinsèquement peu de liens avec les enjeux de gestion de l'eau d'un territoire, où ils constituent une pollution, et qu'ils peuvent être ré-analysés comme une ressource, partie prenante d'un système intégrant production agricole, régimes alimentaires et excrétions humaines : le « système alimentation/excrétion » d'un territoire [ESCULIER, 2018].

1.1. Les limites méconnues du système alimentation-excrétion actuel : linéaire, gaspilleur et polluant

La production des aliments conventionnels recourt massivement à des engrais industriels issus de synthèse pétrochimique (engrais azotés) ou de mines fossiles (engrais phosphorés, potassiques, etc.). Leur fabrication est énergivore, fortement émissive de gaz à effet de serre et repose sur l'utilisation de ressources fossiles. Le long de la chaîne de production et de distribution de nourriture, le rejet de grandes quantités d'azote et de phosphore participe à l'eutrophisation des milieux aquatiques, à rendre l'eau impropre à de nombreux usages, dont la consommation humaine, et à polluer l'atmosphère.

Par ailleurs, la généralisation du tout-à-l'égout dans les villes occidentales, concomitante au développement exponentiel du phénomène urbain au XX^{e} siècle, a massivement orienté la gestion des excrétats humains vers des systèmes linéaires, générateurs d'impacts environnementaux. Le système d'assainissement typique des villes occidentales fondé sur le triptyque « toilettes à chasse d'eau – tout-à-l'égout – station d'épuration », mélange et dilue urines et matières fécales dans 150 litres d'eaux usées domestiques (dont environ 20 % issus des chasses d'eau – *figure 1*) rejetés chaque jour par habitant [ESCULIER *et al.*, 2018]. Dans une grande partie des villes, surtout dans les pays du Sud, les systèmes d'assainissement sont peu centralisés voire dans de nombreux cas, absents. Dans ces situations, les obstacles au développement de modèles sobres de gestion des urines et matières fécales sont assez différents [OMS, 2019].

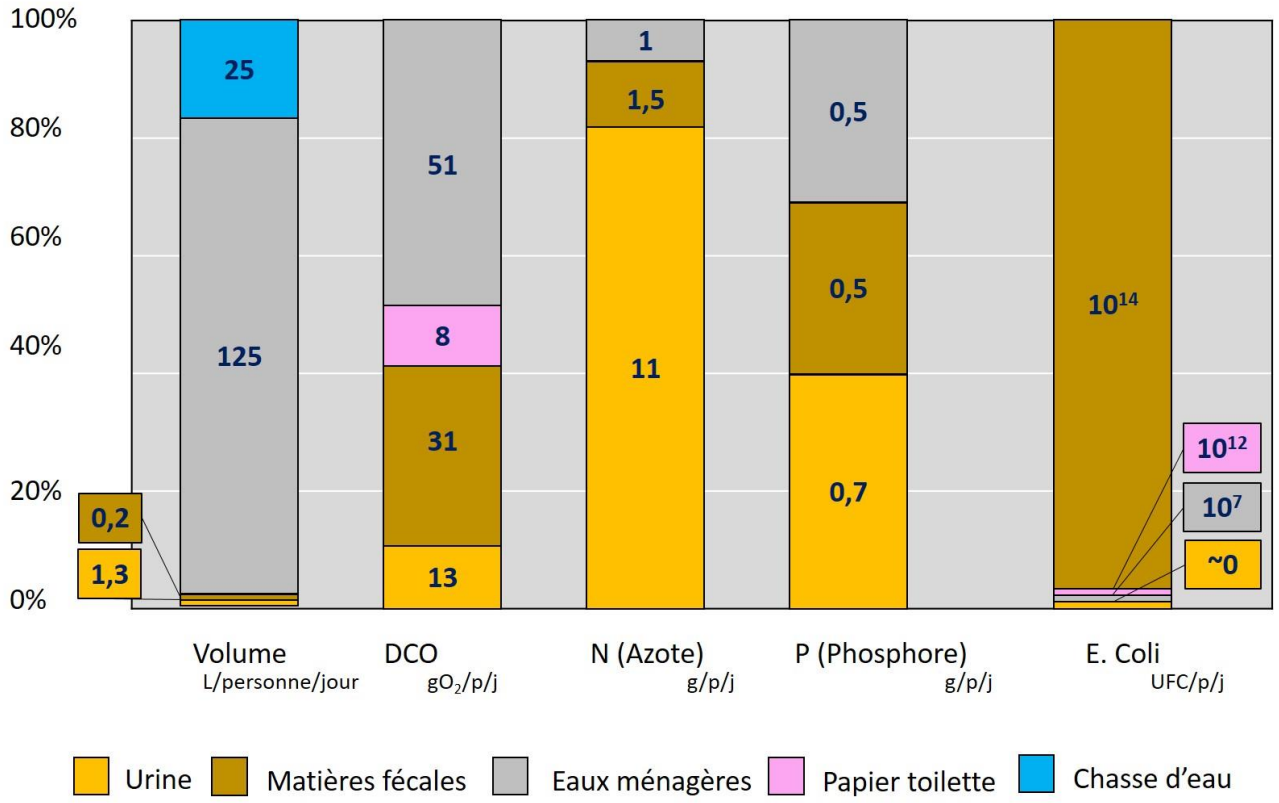


Figure 1 : Caractérisation des différents effluents composant les eaux usées domestiques en pourcentages (en noir) et valeurs absolues (en bleu). (DCO : demande chimique en oxygène ; E. coli est choisie comme représentante des Bactéries Indicatrices Fécales (BIF))[5].

En Europe, l'exigence de protection des milieux aquatiques a entraîné la construction de stations d'épuration pour extraire ou détruire certains composants des eaux usées avant rejet épuré au milieu naturel. Mais les solutions mises en œuvre sont coûteuses en équipements, réactifs chimiques et énergie, rejettent des gaz à effet de serre (N_2O en particulier), et leur efficacité à protéger les milieux aquatiques reste partielle. A Paris, avec le changement climatique, la baisse du débit de la Seine, combinée à l'augmentation de la population attendue, provoque un effet ciseau : plus d'effluents à traiter et moins d'eau pour les diluer. La dégradation de l'état de la Seine est alors difficilement évitable, sauf traitements aux coûts très élevés avec une fiabilité difficile à garantir.

En outre, la valorisation des nutriments est très faible dans l'assainissement conventionnel. À Paris, aujourd'hui, seulement 4 % de l'azote et 41 % du phosphore des excrétats humains font l'objet d'une valorisation agricole, à travers les boues d'épuration épandues ou compostées [ESCULIER *et al.*, 2018]. Ce ne fut pas toujours le cas : au début du XX^{e} siècle, les taux de recyclage agricole de l'azote et du phosphore des excrétats humains de l'agglomération parisienne étaient respectivement ainsi d'environ 50% et 70%, alors que l'agglomération comptait déjà plus de 3 millions d'habitants [ESCULIER et BARLES, 2019]. La nécessité d'une transition écologique de notre mode de gestion des excrétats humains invite donc à

[5] Sources : OMS, 2012 ; FRIEDLER *et al.,* 2013 ; ANSES, 2015 ; ESCULIER *et al.,* 2018. Les valeurs présentées correspondent à des données collectées dans la période 2010 – 2015 et sont des valeurs de référence susceptibles de variations importantes selon les contextes.

reconsidérer les alternatives au système d'assainissement actuel et à rouvrir le débat du tout-à-l'égout un siècle plus tard.

1.2. La séparation à la source : un paradigme prometteur sobre, moins polluant et hygiénique

La séparation à la source est une approche alternative de l'assainissement qui consiste à collecter de façon séparée différents flux (urines, matières fécales, eaux ménagères, eaux pluviales, etc.) pour faciliter leur traitement et leur valorisation, permettant notamment le recyclage des nutriments. La majorité des nutriments ingérés puis excrétés par le corps humain se concentre dans l'urine (85 % de l'azote et 65 % du phosphore), dans un faible volume. Pour améliorer le taux de recyclage des nutriments et limiter leur rejet en rivière, la collecte sélective des urines apparaît donc pertinente. Sa collecte se fait à partir d'urinoirs secs ou de toilettes séparatives, sans ou avec très peu d'eau. Des traitements peuvent être envisagés, allant du simple stockage pour utilisation locale, à une transformation industrielle plus complexe, afin d'aboutir à différents produits et filières de valorisation, par exemple un engrais désodorisé commercialisable.

Sur le plan de l'assainissement, la séparation à la source permet des économies d'eau, d'énergie, de réactifs et favorise la protection des milieux, notamment aquatiques. Du point de vue agricole, elle limite le recours aux engrais chimiques, épargne des ressources fossiles et réduit l'empreinte énergétique et environnementale associée [MARTIN, 2020]. Elle permet finalement d'intégrer la gestion des excrétats humains (urine et/ou matières fécales) au système alimentaire du territoire en retournant les nutriments ingérés aux sols agricoles sous forme de matières fertilisantes.

L'intérêt pour la séparation à la source, et plus spécifiquement la valorisation des nutriments majoritairement contenus dans l'urine, a ré-émergé en Europe au début des années 1990, après un siècle d'"aveuglement" vis-à-vis de la richesse de cette ressource [DRANGERT, 1998]. De nombreux projets citoyens ont vu le jour en Suède et en Scandinavie plus largement, au sein d'écovillages où l'urine est collectée et valorisée sur des terres agricoles voisines. Les pays germanophones se sont aussi emparés du sujet, avec une approche davantage tournée vers la recherche académique, le développement de procédés de transformation de l'urine en urino-fertilisant[6] et les toilettes sous-vide pour la séparation à la source des eaux vannes [LARSEN *et al*., 2013 - Part IV].

En France, en plus de la dynamique citoyenne déjà à l'œuvre, les tensions sur l'assainissement de l'agglomération parisienne ont induit un intérêt local pour la séparation à la source de l'urine à partir du milieu des années 2010, marqué entre autres par l'implication du SIAAP et de l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) dans le programme de recherche-action OCAPI depuis 2015. Ces deux organismes ont intégré la séparation à la source de l'urine dans leurs orientations stratégiques (SIAAP 2030 pour le SIAAP ; stratégie d'adaptation au changement climatique du bassin de la Seine et Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux pour l'AESN). Depuis 2018, l'AESN a pleinement intégré la séparation à la source dans son programme d'intervention et prévoit ainsi une subvention pouvant aller jusqu'à 80% pour les projets de mise en œuvre de séparation à la source. Des outils politiques se mettent donc actuellement en place pour accompagner l'émergence de la séparation à la source. Néanmoins, il n'existe aujourd'hui aucun cadre juridique dédié, contrairement au XIX^{e} siècle, où cette pratique était courante, encadrée par des règles, et

[6] Un urino-fertilisant désigne une matière fertilisante issue du traitement de l'urine.

intégrée au marché des engrais.

1.3. L'urine séparée à la source relève-t-elle de l'assainissement ? L'héritage d'un cadre juridique inadapté

Les premiers égouts parisiens ont été construits pour collecter les eaux de pluie et évacuer les eaux et les boues des rues de la ville. Au XIX^{e} siècle, il était interdit de rejeter l'urine et les matières fécales dans les égouts : elles étaient stockées dans des fosses d'aisance et collectées séparément pour la production d'engrais. Or, lorsqu'un réseau d'eau courante a été installé pour alimenter les immeubles parisiens, les habitants ont commencé à utiliser des toilettes à chasse d'eau. La vidange du contenu des fosses d'aisance de plus en plus dilué, est alors devenue de moins en moins économique à collecter par les vidangeurs. La résistance au déversement de ces ressources dans les égouts a cependant été suffisamment forte pour interdire cette pratique pendant des décennies : les égouts ont gardé la vocation de recueillir seulement les eaux de pluie jusqu'à 1852, puis également les eaux grises. Un revirement se produit après que les autorités parisiennes eurent opté pour l'épandage direct des eaux usées sur les terres agricoles : le rejet de l'urine et des matières fécales dans les égouts devint obligatoire en 1894. La gestion circulaire de l'urine et des matières fécales a ainsi atteint son apogée dans les années 1900. Cependant, ce système circulaire n'a pas résisté au développement urbain et à la concurrence des engrais chimiques. Le rejet direct dans la rivière est devenu le principal sort réservé aux excréments humains entre les années 1920 et les années 1960. Les stations d'épuration des eaux usées sont devenues la principale destination des excréments humains après les années 1970. Si elles ont permis une amélioration notable de la qualité des milieux récepteurs, elles ne recyclent que peu de nutriments par l'épandage des boues d'épuration [ESCULIER et BARLES, 2019].

Le modèle parisien de collecte des urines et des matières fécales par les égouts s'est progressivement étendu à d'autres villes françaises, mais il ne s'est généralisé en contexte urbain qu'après la seconde guerre mondiale. À Lyon, par exemple, le tout-à-l'égout n'est autorisé dans toute la zone urbaine que dans les années 60 [SCHERRER, 1992]. Dans les campagnes, la toilette à chasse d'eau a été progressivement déployée à partir du moment où les logements furent raccordés à un réseau d'eau potable – plus de 97% des résidences principales disposent de l'eau courante en 1975 [RENAUDAT, 1989]. En habitat peu dense, les fosses septiques devinrent la norme pour gérer les excréments humains, jusqu'à 150 personnes dans le décret de 1969[7]. Aujourd'hui, la législation française distingue l'assainissement collectif et l'assainissement non collectif pour la gestion des eaux usées (et donc des excréments humains). L'égout public est le principal élément qui distingue ces deux formes d'assainissement : l'assainissement collectif désigne l'assainissement avec propriété publique d'un égout qui collecte les eaux usées (et les excréments humains), l'assainissement non collectif désigne l'assainissement sans propriété publique d'un égout : il peut donc s'agir de la propriété privée d'un traitement local autonome des eaux usées ou de la propriété privée d'un égout (et du traitement des eaux usées). Lorsqu'un égout public existe, il est obligatoire de s'y raccorder.

Quelle est la place de la collecte séparée des urines et des matières fécales dans ce cadre conceptuel ? Avant 2009, la collecte à sec des excréments humains était absente de la législation. Elle a été introduite

[7] Arrêté du 14 juin 1969 relatif aux fosses septiques et appareils ou dispositifs épurateurs de leurs effluents des bâtiments d'habitation.

dans le décret de 2009 relatif à l'assainissement non collectif[8], comme un "cas spécifique" mais avec des conditions très restrictives, notamment une obligation de gestion à la parcelle. Cette obligation est conceptuellement problématique car elle empêche toute possibilité de recirculation des nutriments vers les terres agricoles. Elle montre cependant que l'utilisation des toilettes sèches domestiques s'est suffisamment répandue pour que les autorités aient dû donner un cadre à cette "nouvelle" gestion des excréments humains. Si ces derniers peuvent désormais être gérés séparément, leur statut n'est cependant pas clairement défini [BRUN *et al.*, 2020].

En 2010, une question a été adressée au ministère en charge de l'assainissement sur la possibilité d'installer des toilettes sèches dans une zone d'assainissement collectif (question N°73941 du 16/03/2010). La réponse fut que si le raccordement au réseau d'égout public est obligatoire, l'installation de toilettes sèches est possible, c'est-à-dire que l'évacuation des excréments dans l'égout n'est, elle, pas obligatoire. Ces toilettes sèches relèveraient donc de la législation sur l'assainissement non collectif bien qu'elles soient situées dans une zone d'assainissement collectif. Mais que se passe-t-il si les excréments humains sont gérés collectivement hors de l'égout ? La séparation à la source apparaît clairement comme un système hybride que la législation française ne prend pas en compte de manière appropriée. Les praticiens n'ont pas non plus une connaissance suffisante de ce nouveau paradigme pour pouvoir l'intégrer facilement dans leurs activités. Le tri à la source s'inscrit ainsi dans un vide juridique qui conduit à deux voies différentes :

- dans de nombreux cas, il conduit au rejet de la séparation à la source, soit parce que le vide juridique est interprété comme une impossibilité de faire, soit parce qu'il implique des risques juridiques trop élevés ;

- pour d'autres, il donne de l'espace à l'innovation. Un cadre juridique arrive intrinsèquement après l'émergence de nouveaux usages et ne peut les précéder. En attendant, d'autres cadres législatifs peuvent être utilisés pour donner une sécurité juridique aux projets de séparation à la source (comme l'épandage des boues de fosses septiques ou la normalisation des engrais). Les sections suivantes montrent que, selon la configuration socio-technique, la séparation à la source sera plus ou moins facilement appréhendée par les acteurs.

2. Contraintes matérielles et organisationnelles : ce que révèlent les projets qui voient le jour en milieu urbain dense

2.1. Organiser la collecte, le traitement, le retour aux champs

Le milieu urbain dense est propice à la séparation à la source vu la quantité de nutriments qui peuvent être valorisés. Toutefois, ce contexte impose des contraintes spatiales, techniques et logistiques spécifiques, avec lesquelles doivent composer les porteurs de projets de collecte et de valorisation des excrétats humains. Ce fut le cas dans le cadre des trois projets suivants.

Le cas de la ZAC de Saint-Vincent-de-Paul (Paris 14e). Celle-ci se déploie sur le site d'un ancien hôpital, objet d'un projet de reconversion visant à développer un éco-quartier. La livraison du quartier, entré dans sa phase de construction en 2021, est prévue pour 2024. La collecte séparative des urines va être mise en œuvre à l'échelle du site, avec pour projet de traiter les urines sur place en recourant au procédé de

[8] Arrêté du 7 septembre 2009 fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5.

nitrification-distillation, qui permet de produire un fertilisant qui concentre les nutriments dans 5% du volume initial. Les porteurs de projet, la Ville de Paris et Paris & Métropole Aménagement (PMA), envisagent ce type de traitement en raison notamment des contraintes spatiales et logistiques de la ville, celui-ci permettant de réduire les volumes à transporter hors du site à des fins de valorisation : "*Saint-Vincent-de-Paul, c'est un peu un enclos dans le Paris dense […] et faire entrer des camions dans un enclos, c'est pas terrible… Donc la piste explorée [...] [est celle d'] une transformation, diminution et concentration des volumes sur place*" (Ghislain Mercier, responsable Villes durables à PMA).

À Grenoble (Isère), un immeuble d'habitat collectif, Au Clair du Quartier, réalisé en 2017, est équipé de toilettes sèches séparatives ; les matières fécales sont collectées et compostées sur place, tandis que les urines partent au tout-à-l'égout. Les choix faits (toilettes séparatives, avec collecte et valorisation des fèces uniquement – *figure 2*), qui permettent de réduire par dix les volumes à stocker et gérer à l'échelle de l'habitat, par rapport à une collecte des urines et des matières fécales, ont été motivés par des contraintes spatiales et logistiques. Les habitants disposent en effet d'une place limitée dans leur immeuble urbain sans cave et d'un petit jardin attenant de 200 m^2 pour stocker, composter et épandre les matières. L'immeuble de trois étages est par ailleurs sans ascenseur et le transport des matières se fait à la main, dans un seau. La collecte de l'urine par tuyau n'a pas été envisagée et la collecte par seau des fèces et urines aurait impliqué une vidange plus fréquente et/ou des seaux plus lourds ; une logistique que les habitants ont jugée trop contraignante.



(a) (b)

Figure.2. (a) Immeuble d'habitat participatif Au Clair du Quartier à Grenoble, équipé de toilettes sèches séparatives. (b) Toilettes sèches séparatives installées dans chaque logement. Images : B. de Gouvello.

À Bordeaux (Gironde), une association dénommée La Fumainerie a été créée en 2019, dans le but d'accompagner des citadins qui aimeraient avoir des toilettes sèches à domicile, mais sont souvent confrontés à une absence de jardin ou à un manque de place pour stocker et valoriser les matières chez eux

; se pose donc la question de leur collecte et valorisation en d'autres lieux. L'association lance en 2020 une expérimentation visant à installer des toilettes sèches dans des logements en centre-ville, puis à venir collecter en triporteur les matières, valorisées par des entreprises partenaires. La Fumainerie a fait le choix de s'orienter vers des toilettes sèches séparatives, pour faciliter la valorisation des matières : il est prévu de composter les fèces et d'utiliser les urines pour produire des biostimulants agricoles. Ce choix répond aussi à des motifs logistiques : la collecte séparée facilite la manutention et le transport des matières pour le vidangeur (contenants à manipuler moins lourds et plus pratiques : caissons pour les fèces, bidons pour les urines) ; par ailleurs, la séparation permet de limiter le volume de copeaux de bois utilisés pour couvrir les fèces et donc de réduire la fréquence de collecte des matières ; enfin, les odeurs sont limitées. À noter que le projet de La Fumainerie soulève également des questions réglementaires, puisqu'il s'agit d'installer des toilettes sèches en centre-ville, dans une zone d'assainissement collectif, situation non explicitement prévue actuellement dans le cadre réglementaire (cf. 1.3).

Ces exemples font ressortir le fait que les projets de séparation à la source en ville nécessitent de composer avec des contraintes et problématiques spécifiques au milieu urbain dense (rareté de l'espace disponible ; question de l'évacuation et du transport des matières, qui souvent ne peuvent être traitées et valorisées localement, par manque de place et en l'absence de jardins et espaces agricoles et verts à proximité...), mais aussi propres à chaque site. Si le contexte oriente pour partie les projets et les choix à faire, le champ des possibles demeure très ouvert. Les trois cas cités illustrent la variété des options possibles (collecte des urines et/ou des fèces, valorisation des matières sur place ou hors site, sous forme de compost, d'urino-fertilisant, de biostimulant...).

2.2. Mille-feuille territorial et jeux d'acteurs complexes

Au-delà des questions techniques et logistiques propres au contexte urbain dense, s'ajoute, dans le cas de l'agglomération parisienne, la complexité des jeux d'acteurs qui interviennent aujourd'hui dans la gouvernance de l'assainissement.

2.2.1. À l'échelle régionale

La métropole parisienne occupe une position particulière dans un pays au fonctionnement très centralisé. Il faut néanmoins distinguer Paris en tant que commune (2,2 millions d'habitants), de la Métropole du Grand Paris (7 millions d'habitants) d'une part, et de l'ensemble des communes qui constituent l'agglomération urbaine d'autre part (10,7 millions d'habitants). La Ville de Paris accorde une certaine importance aux questions environnementales depuis plusieurs mandats. À titre d'exemple, elle fait partie du groupement C40 pour le climat[9]. Sa maire (appartenant au Parti Socialiste) a été réélue en 2020 avec le soutien du parti écologiste français (Europe Ecologie les Verts). Réciproquement l'Ile-de-France en tant que région (Les Républicains), apparaît plus en recul sur les questions environnementales. C'est cette même tendance qui est à la tête de la majorité des communes de la région.

Par ailleurs, la métropole du « Grand Paris » est le résultat d'un mille-feuille territorial. Elle s'est superposée lors de sa création, achevée en 2015, aux collectivités existantes. Ce sont des regroupements de communes, les « Etablissements publics territoriaux » (EPT) qui ont aujourd'hui la compétence assainissement. Si la collecte des eaux usées est en général assurée par les communes ou les EPT, dans la

[9] URL : https://www.c40.org/cities/paris

proche banlieue parisienne s'ajoutent les départements qui assurent la compétence de transport. Enfin, le traitement est délégué à une échelle supérieure. Dans l'agglomération parisienne, c'est le SIAAP, Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne, établissement d'une taille inégalée dans le pays, qui est responsable du transport interdépartemental et du traitement des eaux usées de la totalité des communes de la métropole, ainsi que de nombreuses communes voisines situées dans l'agglomération, concernant plus de 8 millions d'habitants en tout pour un volume total d'eaux usées traitées de 3 millions de m^3/j répartis sur six usines. Le SIAAP est gouverné par un Conseil d'Administration dans lequel siègent des représentants des départements qui le composent : Paris et les 3 départements limitrophes.

La chasse d'eau et l'égout produisent une distance matérielle mais aussi symbolique entre les habitants et la question des eaux usées, relevée par Gay HAWKINS [2004]. Dans le contexte parisien, la réalisation du service d'assainissement s'effectue en outre dans une structure de gouvernance complexe où la prise de décision fait intervenir de nombreux échelons territoriaux et s'entremêle avec des enjeux politiques régionaux et nationaux. Cette situation participe également à entretenir une grande distance entre les citoyens habitants du territoire et les choix concernant les systèmes techniques de gestion des eaux usées. Tandis que ces derniers leur apparaissent très largement comme une boîte noire, comment faire en sorte que les citadins aient la possibilité de s'impliquer dans les choix futurs concernant la gestion de leurs propres déchets corporels ?

2.2.2. À l'échelle de la collectivité locale de grande taille

Les projets de séparation à la source nécessitent de concevoir et de gérer de nouveaux dispositifs visant à collecter, traiter et valoriser les excrétats humains, à une échelle souvent locale. Se pose la question de la gouvernance de ces nouveaux dispositifs et celle du partage des rôles et des responsabilités entre des acteurs publics et privés relevant de divers secteurs : urbanisme et logement ; eau, assainissement et déchets ; agriculture, etc. Ainsi que le relèvent MC CONVILLE *et al.* [2017], l'un des défis de la séparation à la source est celui de la transversalité des enjeux soulevés et des secteurs impliqués ; une vision commune, une action coordonnée et un partage clair des rôles et responsabilités entre les différentes parties prenantes sont nécessaires pour que les projets fonctionnent. Le cas de Saint-Vincent-de-Paul (cf. encadré ci-dessous) illustre la complexité des choix techniques mais aussi de gouvernance à faire. Le projet de collecte séparative des urines à l'échelle du futur éco-quartier soulève diverses questions. Où placer les différents éléments du dispositif envisagé : cuves de stockage, réseau de collecte séparée, unité locale de traitement des urines ; dans l'espace public, privé ? Avec quel(s) gestionnaire(s) ? Ce sujet a fait l'objet de débats, les acteurs actuels de l'assainissement, pouvant hésiter à s'engager dans des projets expérimentaux qui s'écartent du système d'assainissement conventionnel, impliquent des compétences et responsabilités nouvelles, et comportent une part d'aléas et de risques. C'est finalement l'option d'une gestion du dispositif de collecte et traitement des urines en régie, par la Ville de Paris, qui se dessine pour le projet de Saint-Vincent-de-Paul.

Ainsi, si la gouvernance territoriale de l'assainissement apparaît comme un véritable millefeuille structurant de complexes jeux d'acteurs, certains espaces spécifiques ouvrent quand même la voie à l'émergence d'opportunités pour la séparation à la source. Ces initiatives peuvent en outre bénéficier de la concentration de compétences en présence sur le territoire.

3. Vers une intégration de la séparation à la source dans la fabrique urbaine ?

Jusqu'aux années 2010, la recherche d'une gestion sobre et circulaire des excrétats humains était plutôt porté en France par des associations et de petites entreprises, regroupées autour du mot d'ordre de l'assainissement écologique, tournées vers une action locale, et plutôt intégrées au milieu rural. En habitat diffus (cas où les matières peuvent être valorisées sur place) les initiatives sont de plus en plus nombreuses et les techniques associées largement stabilisées. C'est loin encore d'être le cas en ville. La création de plusieurs programmes de recherche académique sur le sujet depuis les années 2010 en France, dont le programme OCAPI, participe à ouvrir à ce sujet les portes de la ville. Ces institutions académiques sont en effet au contact du contexte urbain dense, où sont générés les flux les plus massifs [LEGRAND, 2020]. En contexte urbain, la séparation à la source en est aujourd'hui au stade de l'expérimentation, mais pas encore à celui de l'implantation selon des modalités stabilisées et robustes, qui puissent faire l'objet d'une routine, chez les professionnels du secteur de l'aménagement et les collectivités. Dans le même temps, l'intérêt émergent du secteur industriel et des grands groupes de l'assainissement, s'il est notable, n'a pas encore beaucoup de conséquences, pour au moins deux raisons. D'une part, ils semblent en attente d'un modèle économique rentable et d'autre part, privilégient dans leurs prises de position, les solutions "bout de tuyau" qui ne remettent pas en jeu la centralité des stations de traitement des eaux usées, au cœur de leur activité et de leur modèle économique. Dans un tel contexte, le chemin de la recherche à la mise en œuvre de filières pilotes s'avère ardu : comment traverser l'étape du démonstrateur et enclencher le passage à l'échelle ?

3.1. Dans les "marges" de la fabrique urbaine

Même s'il existe quelques bâtiments équipés de toilettes sèches à l'initiative de leurs propriétaires dans l'agglomération parisienne, les initiatives se développent surtout dans les "marges" de la fabrique urbaine, c'est-à-dire d'une part dans les marges de l'espace bâti (urbanisme transitoire) ; et d'autre part en dehors de la promotion immobilière conventionnelle.

3.1.1. Espace public & urbanisme transitoire

Aujourd'hui les expérimentations portant sur la séparation à la source des urines et matières fécales en région parisienne se situent d'abord dans les interstices de la matrice urbaine, c'est-à-dire dans les espaces qui ne nécessitent pas d'intervenir sur le bâti. Quantitativement, cela concerne d'abord l'évènementiel (service de toilettes sèches en festival qui viennent se substituer pour partie aux toilettes chimiques). Les festivals sont des rassemblements massifs et transitoires qui génèrent des flux exceptionnels de déchets, la gestion en dehors du réseau, sans eau, vient dès lors absorber et détourner ce surplus, déjà valorisé aujourd'hui via des filières ponctuelles à l'échelle régionale par les entreprises de location de toilettes sèches actives en région parisienne (ex. We Love Green ; Fête de l'Humanité). Ces dernières équipent de façon secondaire mais croissante les chantiers de construction : il s'agit là d'un service destiné aux ouvriers du secteur du bâtiment, y compris dans les chantiers souterrains de la nouvelle ligne de transport de l'agglomération, le Grand Paris Express.

Un second espace investi par la séparation à la source, toujours de façon ponctuelle, est l'espace public [BOURCIER, 2019]. Depuis quelques années, les urinoirs sans eau conçus pour valoriser les fluides collectés sont installés dans les rues de la capitale, accompagnés d'une perspective de valorisation, non

encore stabilisée sur le plan logistique. Ces urinoirs rejoignent les différents modèles d'urinoirs actuellement déployés dans l'espace public (qui sont soit vidangés régulièrement, soit directement connectés au réseau d'égout). Ces urinoirs, uniquement masculins à ce jour, ont d'abord pour vocation de compléter l'offre largement considérée comme insuffisante, de cabines à eau autonettoyantes, auxquelles s'ajoutent des toilettes chimiques déployées de façon transitoire dans les lieux de forte affluence saisonnière (quais, pelouses). Ils permettent secondairement, à l'inverse des sanitaires publics conventionnels, une collecte séparée des urines pour leur valorisation.

Un troisième contexte englobe les lieux investis par des pratiques d'"urbanisme transitoire", lieux où collectivités locales et acteurs associatifs collaborent pour pallier le risque de squat et préfigurer les usages futurs d'un lieu en cours de réaménagement. Dans ce contexte, les pratiques d'occupation de l'espace et de mise en place d'infrastructures, souvent légères et démontables, en partie en marge des normes de l'aménagement urbain, ouvrent la porte à la prise d'initiatives nouvelles quant à la gestion des flux. « La Cité fertile » à Pantin (93), friche industrielle aménagée en lieu de détente et de consommation festive autour du thème de l'agriculture urbaine, est par exemple équipée de 10 cabines de toilettes sèches séparatives (TSS) - les urines vont à l'égout, les fèces sont compostées sur place ; Les Grands Voisins à Paris 14ème (futur site de l'éco-quartier Saint-Vincent-de-Paul) abritent un démonstrateur d'urinoir féminin avec collecte (*figure 3* et *encadré 1*). Certaines tentatives d'installation de TSS dans des lieux ouverts accueillant du public se sont néanmoins soldées par des échecs, face aux contraintes logistiques, pratiques, et de formation des usagers. En première approche on peut mettre ces échecs sur le compte d'un déficit d'engagement de la part des acteurs concernés, étant donné que du point de vue matériel, les lieux disposaient de l'espace suffisant pour gérer et valoriser les matières sur place. Ce fut notamment le cas, de façon emblématique, de la COP21 au Bourget.



(a) (b)

Figure 3 : Dispositif démonstrateur de sanitaires (urinoirs féminins) permettant la collecte d'urine dans un contexte d'urbanisme transitoire. (a) accès aux sanitaires ; (b) cuves de collecte. Les Grands Voisins, Paris, 2020. Image : Louise Raguet.

Dernier cas encore plus marginal où se développent des initiatives de gestion à la source des excrétats : les habitats urbains situés en zone d'assainissement collectif mais pourtant non reliés au réseau, comme l'habitat flottant (bateaux logements) qui constituent un cas très particulier, et pour finir, les bidonvilles, qui, eux, abritent à l'heure actuelle plusieurs milliers de personnes en région parisienne. Ces formes d'habitat, si elles sont rendues invisibles et ne sont pas considérées dans les schémas d'assainissement, forment pourtant des configurations urbaines spécifiques, et leur dimension informelle offre dans certains cas, pour résoudre des situations de défaut d'assainissement, l'opportunité pour une émergence de solutions inédites (cas du 6B à Saint Denis où ont été installés des *Arbor Loo*).

3.1.2. Urbanisme "inclusif" à partir du cas de l'Habitat participatif

L'habitat participatif (HP) peut aussi être considéré comme un terrain propice à l'expérimentation de la séparation à la source. Certaines maisons ou immeubles en HP sont équipés de toilettes sèches, majoritairement en contexte rural, mais aussi parfois urbain. Actuellement en France, les quelques immeubles collectifs en ville, réalisés ou en réalisation, dont les logements sont intégralement équipés de toilettes sèches séparatives sont en HP. C'est le cas de l'immeuble Au Clair du Quartier à Grenoble, réalisé en 2017 (cf. 2.1), mais aussi d'un bâtiment de l'HP Ecoravie à Dieulefit (Drôme), construit en 2016. En cours de construction, le projet d'HP L'Ôôôberge à Dol-de-Bretagne (Ille-et-Vilaine) prévoit également d'équiper en toilettes sèches séparatives 24 logements répartis dans trois immeubles, avec pour but de valoriser à la fois les urines et les fèces. Une dynamique récente en faveur de projets de séparation à la source dans des immeubles d'HP en ville semble donc émerger. L'habitat participatif peut être perçu comme un terrain favorable à l'expérimentation de tels projets, pour différentes raisons.

On se trouve en présence d'individus généralement sensibles aux questions environnementales et ouverts aux démarches alternatives. Par ailleurs, la volonté des groupes d'habitat participatif d'être acteurs de leur habitat, avec une participation de chacun à la conception et gestion des lieux, peuvent également être perçus comme des éléments favorables à la mise en place de la séparation à la source. Un tel projet nécessite en effet d'être discuté, accepté par les différents habitants concernés, et implique leur participation pour fonctionner. Si l'habitat participatif apparaît comme un contexte favorable au développement de projets d'assainissement alternatif, ceux-ci n'en font pas moins l'objet de débats au sein des groupes qui les envisagent, ne sont pas toujours acceptés et parfois abandonnés ou reconfigurés au fil du temps. La co-conception de ces projets par les différents habitants concernés, ainsi que leur adaptation au contexte et aux besoins et contraintes du groupe, sont des facteurs clefs de réussite de ces derniers. Des projets tels que celui d'Au Clair du Quartier et de L'Ôôôberge questionnent le système d'assainissement conventionnel dans sa gouvernance. Ils dessinent en effet une troisième voie entre l'assainissement non collectif (individuel) et collectif (public) : une gestion collective à l'échelle d'un immeuble et par un groupe d'habitants de ses excrétats, pour partie traités et valorisés sur place. Cette troisième voie redessine les relations entre l'individu et la sphère publique, avec l'apparition d'un nouvel échelon en termes de prise de décision, de pratiques de gestion et de prise de responsabilité : le collectif d'habitants [JOVENIAUX, DE GOUVELLO et LEGRAND, 2021].

Nous faisons donc le constat d'une émergence de projets pilotes mais qui reste encore dans les marges de la fabrique urbaine. Si la légitimité de ces opérations reste restreinte pour faire démonstration dans un

contexte plus conventionnel, pour autant, elles commencent à permettre l'accumulation de retours d'expérience, propice à l'essaimage de nouvelles initiatives.

3.2. Les éco-quartiers comme contexte de démonstration favorable ?

Si les éco-quartiers peuvent également sembler des contextes de démonstration favorable pour la séparation à la source en ville, il n'existe pour l'heure en France pas encore de projets réalisés en la matière. Mais deux éco-quartiers actuellement en cours de construction se proposent de l'expérimenter : Saint-Vincent-de-Paul (SVP) à Paris et LaVallée dans les Hauts-de-Seine (cf. encadré). A noter que le montage institutionnel de ces deux éco-quartiers diffère : à SVP, le portage est assuré par des acteurs publics, la ville de Paris et la société publique locale Paris & Métropole Aménagement (PMA), tandis que pour LaVallée, nous avons affaire à un partenariat public-privé impliquant la ville de Chatenay et le groupe Eiffage[10].

Le projet d'éco-quartier LaVallée

Situé dans les Hauts-de-Seine (92) sur l'ancien site de l'École Centrale, l'éco-quartier LaVallée, d'une surface de plus de 20 ha, trouve sa place entre le centre-ville de Châtenay-Malabry, la coulée verte et le parc de Sceaux. La construction de cet éco-quartier, destiné à accueillir plus de 4500 habitants a été initiée en 2018. Il prévoit des équipements tels que groupe scolaire et collège, crèche, espace sportif, centre aquatique, espace de promenades, ferme urbaine, tiers-lieu, bureaux et espaces de coworking, cafés et restaurants, commerces. Ce projet est l'occasion d'un partenariat original entre l'entreprise Eiffage Aménagement et une institution académique, l'i-Site Future. Associés aux professionnels d'Eiffage dans le programme E3S (pour « Ecoquartier smart, sobre et sécure »), près de 60 chercheurs relevant de disciplines diverses interviennent en soutien de l'innovation urbaine autour de quatre pôles thématiques : le bas carbone, l'économie circulaire, la nature en ville et les nouveaux usages. Dans ce cadre, a été prévue la mise en place d'un démonstrateur d'un nouveau rapport à l'eau et aux nutriments, comprenant un dispositif de récupération d'eau de pluie et d'urinoirs masculin d'une part, féminin d'autre part, destinés à collecter l'urine pour un usage de fertilisation des espaces verts. Fin janvier 2021, le démonstrateur n'était toujours pas construit. L'emplacement initialement prévu a dû être modifié, conduisant à des discussions techniques, économiques et politiques sur sa faisabilité.

Le projet Saint-Vincent-de-Paul (SVP)

En 2016, une ZAC (Zone d'Aménagement Concertée) a été créée sur le site de l'ancien hôpital de Saint-Vincent-de-Paul, situé dans le 14e arrondissement de Paris. Ce site de 3,4 ha fait l'objet d'un projet de reconversion visant à développer un éco-quartier à dominante résidentielle mixte, avec 600 logements, mais aussi des commerces, une école, etc. Les travaux de réalisation de l'éco-quartier, débutés en 2018, devraient s'achever en 2024. La Ville de Paris souhaite faire de SVP un site pilote des politiques de la Ville en faveur de la transition énergétique et écologique. Paris & Métropole Aménagement, entreprise publique à qui a été concédé l'aménagement de la ZAC, a conçu sur ces bases une stratégie pour SVP fondée sur l'engagement d'un « Triple Zéro » : zéro carbone, zéro déchet, zéro rejet. C'est dans le cadre de cette démarche environnementale globale qu'a émergé le projet d'une gestion séparative des urines à SVP. Ce projet, qui émane d'une volonté politique de la Ville de Paris, se trouve en phase finale de conception et a été validé dans son principe fin 2020, les modalités restant encore à définir plus en détail.

Encadré 1 : présentation des deux projets d'éco-quartiers où des démonstrateurs ont été construits ou envisagés.

[10] L'opération est menée par la SEMOP (Société d'Economie Mixte à Opération Unique) d'aménagement de France, détenue à 66 % par Eiffage Aménagement et 34 % par la ville de Châtenay-Malabry.

Dans les deux cas, avant la mise en place d'un projet de séparation à la source des urines à grande échelle (d'un quartier pour SVP, d'un tiers-lieu à LaVallée), il existe une volonté d'initier un tel projet avec une opération de démonstration à petite échelle. Dans le cas de SVP, celle-ci prend place dans le cadre d'une expérience d'urbanisme transitoire, dans les zones encore non concernées par les travaux de l'éco-quartier. Des urinoirs féminins ont été installés dans une cour qui jouxte une salle accueillant des réunions et des évènements festifs, avec un espace buvette/petite restauration (site "Les Grands Voisins"). A LaVallée, il s'agit de monter, dans le cadre du partenariat de recherche E3S, un démonstrateur à l'échelle de la maison du projet, dans la partie des bureaux destinés aux équipes Eiffage intervenant sur le site. Les publics visés sont donc différents. A SVP, il s'agit des gens qui fréquentent les événements organisés par les Grands Voisins et le bar ; conduisant à une grande variabilité des profils expérimentant. A LaVallée, ils ne concernent que les collaborateurs de la société Eiffage.

Le statut de l'expérimentation est également différent. Aux Grands Voisins, elle relève de la logique d'urbanisme provisoire ou transitoire, qui permet une certaine souplesse d'action. Bien que soutenue par PMA, la conception des urinoirs féminins relève de l'initiative d'une designer et sa construction a été réalisée avec un appel aux usagers locaux du site. A Chatenay-Malabry, la construction du démonstrateur, bien que relevant du partenariat E3S, doit trouver sa place dans les procédures formalisées préexistantes de fabrique du quartier, instillées par la société Eiffage. Les chercheurs, concepteurs du démonstrateur, n'ont pas la maîtrise de sa construction et se voient confrontés à une réinterprétation de la finalité du dispositif. Celle-ci relève des acteurs de l'entreprise qui sont soumis à d'autres logiques et contraintes (notamment de calendrier) liées à la construction du quartier lui-même.

Essayer de faire la ville autrement, mais avec des acteurs conventionnels, n'est pas chose aisée, en raison de la prégnance de cadres d'action et de logiques procédurales très codifiées, susceptibles d’obérer les possibilités d’expérimentation. Dépasser cette difficulté suppose de la part des acteurs opérationnels de s’autoriser une certaine mise à distance de ces cadres.

Conclusion

La nécessaire transformation du paradigme de l’assainissement centralisé et de la gestion des excrétats humains en contexte urbain découle d’abord d’un constat matériel qui met en jeu les relations entre gestion de l’eau, économies d’énergie et production alimentaire. Face à ce cela, comment les acteurs territoriaux peuvent-ils s’organiser pour enclencher le changement à l’échelle d’une mégapole ? Comment passer du constat des problèmes au déploiement de stratégies pour l’action ?

Au stade actuel, la démarche entreprise en HP ou dans les éco-quartiers n'est pas généralisable sous la forme d'une démarche formalisée. En effet, le passage à l'acte ne se laisse pas réduire à une configuration favorable : derrière il y a en effet des hommes et des femmes avec leur histoire, leur savoir et leur capacité à se saisir de ce sujet spécifique dans une logique d'action pratique. Si ces marges (ex HP, urbanisme transitoire) fournissent des cadres potentiels de mise en œuvre, la mise en œuvre de la séparation à la source à l'intérieur de ces cadres n'est pas une évidence pour autant, et garantit encore moins leur avènement en dehors, c'est-à-dire dans une approche plus conventionnelle de la fabrique de la Ville. Pour autant, des signes précurseurs d'une mobilisation plus large se dessinent en France, comme les conclusions relativement radicales de la convention citoyenne sur le climat qui réunissait 150 citoyens tirés au sort, ou encore la percée écologiste aux élections municipales de 2020 dans plusieurs grandes villes et métropoles

françaises (Bordeaux, Grenoble, Lyon, Besançon, Paris, …).

Aujourd'hui, les limites du système d'assainissement actuel ont été clairement démontrées, limites exacerbées en contexte de mégapole. La pertinence d'un changement de paradigme n'est plus à prouver, mais la traduction sur le terrain reste en France au stade des prémices. Pour permettre le passage à l'échelle et la transposition de ces pratiques innovantes dans la fabrique de la ville, l'agenda des actions à mener reste donc dense: (1) convaincre, mais surtout accompagner les acteurs de la gestion des flux urbains et du monde agricole (de ce point de vue, les démonstrateurs sont amenés à jouer un rôle clé) ; (2) plaider pour l'extension du domaine de l'urbanisme participatif, tout en formant les habitants aux enjeux de soutenabilité de la gestion de l'eau et des excrétats ; (3) des scénarios d'aménagement du territoire alternatifs à la croissance toujours exacerbée des pôles urbains, pris dans une compétition internationale, avec comme enjeu de mettre en place des systèmes alimentation/excrétion soutenables.

Au-delà des enjeux décrits à l'échelle du cas parisien, les potentialités de la séparation à la source offrent aussi des perspectives nouvelles et particulièrement intéressantes en termes de développement des infrastructures pour toutes les villes et mégapoles des pays qui connaissent des retards majeurs dans l'accès à l'assainissement et à la gestion des déchets.

Cette feuille de route s'inscrit dans le cadre plus large d'une sensibilisation à l'importance des cycles organiques et minéraux qui traversent la Terre et nous constituent.

Remerciements

Le programme de recherche & action OCAPI a bénéficié, pour les présents travaux, de financements de l'Agence de l'Eau Seine Normandie, de l'Agence Nationale pour la Recherche, et du SIAAP.

Bibliographie

ANSES (2015) : *Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques*. Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective, février 2015, 124 p.

BOURCIER S. (2019) : *Le « pipi sauvage » en ville ou l'insoutenable fluidité des êtres. Analyse ethnographique d'une pratique citadine et des conditions de sa régulation dans l'espace public parisien.* Master thesis, EHESS Marseille.

BRUN F., JONCOUX S., DE GOUVELLO B., ESCULIER F. (2020) : « Vers une valorisation des urines humaines. Le regard des agriculteurs franciliens. » *Etudes rurales;* 206 : 200-220.

DRANGERT J.-O. (1998) : « Urine blindness and the use of nutrients from human excreta in urban agriculture. » *GeoJournal; 45*: 201-208.

ESCULIER F. (2018) : *Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : régimes et transitions socio-écologiques.* Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est. Sciences et Techniques de l'Environnement.

ESCULIER F., BARLES S. (2019) : « Past and future trajectories of human excreta management systems – the case of Paris XIXth-XXIst centuries. » In: Flipo, N., Labadie, P., Lestel, L. (Eds). *The Seine River Basin. The Handbook of Environmental Chemistry.* Springer : Berlin, Heidelberg.

ESCULIER F., LE NOË J., BARLES S., BILLEN G., CRENO B., GARNIER J., LESAVRE J., PETIT L., TABUCHI J.-P. (2018) : *The biogeochemical imprint of human metabolism in Paris Megacity: a regionalized analysis of a water-agro-food system*. Journal of Hydrology; 573: 1028-1045.

ESCULIER F., TABUCHI J.-P., CRENO B. (2015) : « Nutrient and energy flows related to wastewater management in the Greater Paris: the potential of urine source separation under global change constraints. » *International conference on Water, Megacities and global change*, Paris.

FRIEDLER E., BUTLER D., ALFIYA Y. (2013) : « Wastewater composition ». In: Larsen, T.A., Lienert, J., Udert, K.M. (eds.). *Source separation and decentralization for wastewater management*. IWA Publishing, pp.241-257

HAWKINS G. (2004) : « Shit in public. » *Australian Humanities Review*; 31-32. Disponible en ligne : http://australianhumanitiesreview.org/2004/04/01/shit-in-public/

JOVENIAUX A., DE GOUVELLO B., LEGRAND M. (2021) : « L'habitat participatif comme producteur d'alternatives dans la gestion des flux et services collectifs urbains : le cas de l'assainissement écologique. » *Flux.* (en revue).

LARSEN T.A., UDERT K. M., LIENERT J. (Éd), (2013) : *Source Separation and Decentralization for Wastewater Management.* IWA Publishing.

LEGRAND M. (2020) : « Digestions fertiles, le retour au sol des excréments humains. » *Revue d'Anthropologie des Connaissances* ; 14-4. Disponible en ligne : http://journals.openedition.org/rac/11042

MARTIN T. (2020) : *L'urine humaine en agriculture : des filières variées pour contribuer à une fertilisation azotée durable.* Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay.

MC CONVILLE J., KVARNSTRÖM E., JÖNSSON H., KÄRRMAN E., JOHANSSON M. (2017) : « Source separation: Challenges & opportunities for transition in the swedish wastewater sector. » *Resource, Conservation and Recycling*; 120: 144-156.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, (2012) : *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volume IV : utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture.*

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (2019) : *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: special focus on inequalities*; Geneva.

STEFFEN W., RICHARDSON K., ROCKSTROM J., CORNELL S.E., FETZER I., BENNETT E.M., BIGGS R., CARPENTER S.R., DE VRIES W., DE WIT C.A., FOLKE C., GERTEN D., HEINKE J., MACE G.M., PERSSON L.M., RAMANATHAN V., REYERS B., SORLIN S. (2015) : « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet » *Science*; 347: 6223.

RENAUDAT, E. (1989) : « La consommation domestique de 1950 à 1980 ». *Recherches et Prévisions*, 18-19 : 23-25.

THISSE J.F., VAN YPERSELE T. (1999) : « Métropoles et concurrence territoriale ». *Economie et statistique ;* 326-327: 19-30

SCHERRER, F. (1992) : *L'égout, patrimoine urbain : l'évolution dans la longue durée du réseau*