



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

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

► To cite this version:

Marine Legrand, Aurélie Joveniaux, Alessandro Arbarotti, Bernard de Gouvello, Esculier Fabien, et al.. Séparation à la source et valorisation des excréta 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-03703655v1>

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.

1 SEPARATION A LA SOURCE ET VALORISATION DES EXCRETATS HUMAINS DU GRAND PARIS : DES 2 FILIERES EMERGENTES 3 SOURCE SEPARATION AND VALORIZATION OF HUMAN WASTE: TOWARD IMPLEMENTATION IN 4 GREATER PARIS

5

6 **Legrand Marine^{1*}, Joveniaux Aurélie², Alessandro Arbarotti³, de Gouvello Bernard⁴, Esculier Fabien⁵,**
7 **Tabuchi Jean-Pierre⁶**

8

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

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

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

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

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

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

22

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

24

25 **CATEGORIE DE L'ARTICLE : Recherche appliquée**

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

27

28 TABLE DES MATIERES

29 Résumé / Abstract.....p. 3

30 Introduction.....p. 4

31 1. Comment gérer les excréments d'une mégapole en respectant les frontières planétaires ? le cas du Grand
32 Parisp. 5

33 1.1. Les limites méconnues du système alimentation-excrétion actuel : linéaire, gaspilleur et polluant.....p. 6

34 1.2. La séparation à la source : un paradigme prometteur sobre, moins polluant et hygiénique..... p. 7

35	1.3. L'urine séparée à la source relève-t-elle de l'assainissement ? L'héritage d'un cadre juridique inadapté	
36		p. 8
37	2. Contraintes matérielles et organisationnelles : ce que révèlent les projets qui voient le jour en milieu	
38	urbain dense.....	p. 9
39	2.1. Organiser la collecte, le traitement, le retour aux champs	p. 9
40	2.2. Mille-feuille territorial et jeux d'acteurs complexes	p. 11
41	2.2.1. A l'échelle régionale.....	p.
42	11	
43	2.2.2. A l'échelle de la collectivité locale de grande taille	p. 12
44	3. Vers une intégration de la séparation à la source dans la fabrique urbaine ?	p. 13
45	3.1. Dans les "marges" de la fabrique urbaine	p.13
46	3.1.1. Espace public & urbanisme transitoire	p. 13
47	3.1.2. Urbanisme "inclusif" à partir du cas de l'Habitat participatif	p. 15
48	3.2. Les Écoquartiers comme contexte de démonstration favorable ?	p. 16
49	Conclusion.....	p.17
50	Remerciements.....	p.18
51	Bibliographie.....	p. 18
52		
53		
54		

55 **Résumé**

56

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

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

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

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

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

85 **Abstract**

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

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

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

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

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

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

110 Introduction

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

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

127 aux proportions inédites. Le projet d'agrandir encore davantage la mégapole de Paris au 21^{ème} siècle¹
128 interroge la possibilité matérielle d'assurer toutes les fonctions nécessaires à la construction et au
129 fonctionnement de cette mégapole : transports de personnes, transports de biens (aliments, matériaux de
130 construction, etc.), approvisionnement en énergie... La nécessité de limiter drastiquement l'impact
131 environnemental de ce territoire rend la tâche encore plus ardue. La gestion des eaux usées du Grand Paris
132 montre en particulier de nombreuses limites, exacerbées par le fait que la Seine possède un débit
133 relativement faible par rapport à la population de la ville².

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

144 Cette analyse s'appuie sur les travaux menés au sein du programme OCAP³ : (1) une démarche d'écologie
145 territoriale appliquée à la gestion de l'alimentation et de l'excrétion dans l'agglomération parisienne ; (2) une
146 analyse historique et réglementaire du verrouillage socio-technique autour du tout-à-l'égout ; (3) des suivis
147 de cas d'étude permettant un retour d'expériences pilotes, à l'échelle du projet d'aménagement dans
148 différentes configurations urbaines d'une part ; d'autre part de suivis de démonstration à l'échelle du
149 bâtiment ; (4) les entretiens menés avec les membres du Groupe de travail thématique « séparation à la
150 source des eaux usées domestiques » d'Arceau Ile-de-France. Ce groupe, co-animé par le SIAAP⁴ et le
151 LEESU (programme OCAP) regroupe une soixantaine d'acteurs issus des institutions publiques
152 franciliennes, de la recherche académique et des acteurs professionnels du secteur de la gestion des
153 excréments humains.

154

155 **1. Comment gérer les excréments d'une mégapole en respectant les frontières planétaires ? le cas du** 156 **Grand Paris**

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

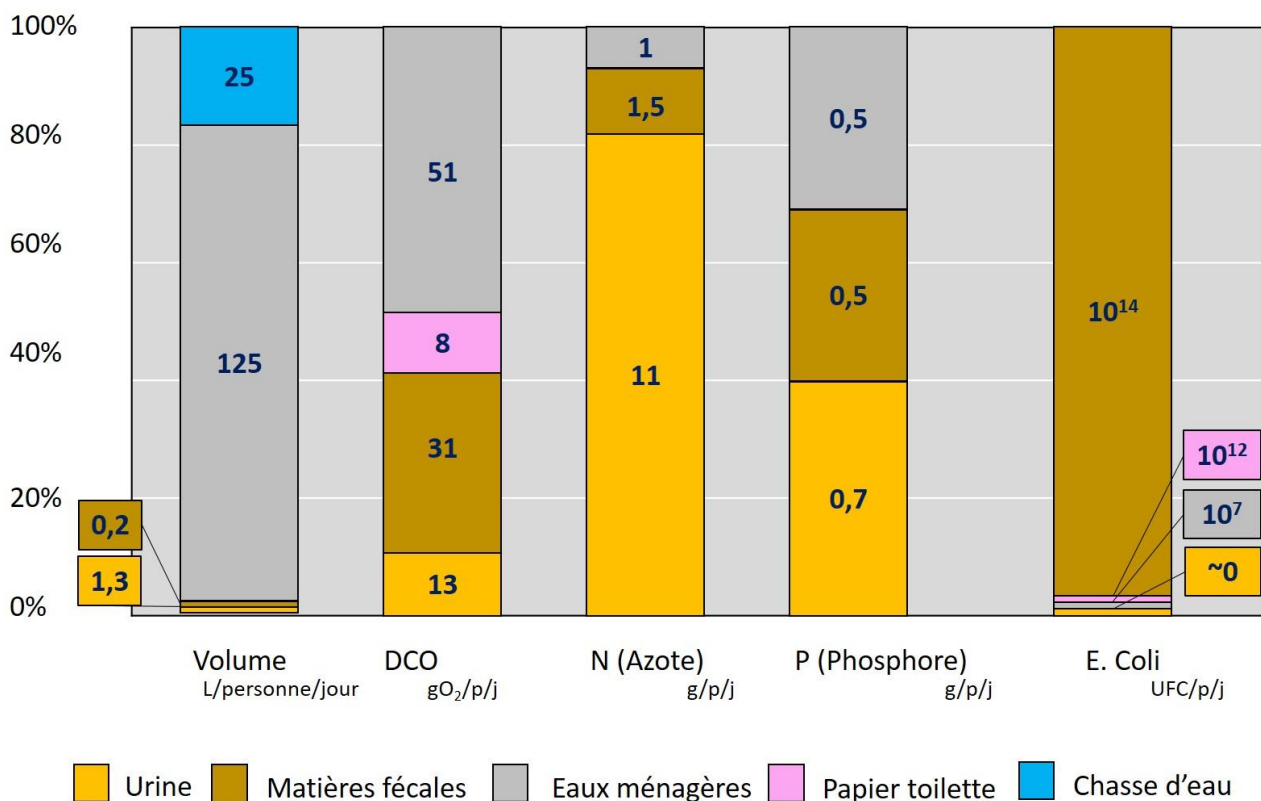
⁴ Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne

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

169 **1.1. Les limites méconnues du système alimentation-excrétion actuel : linéaire, gaspilleur et polluant**

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

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



185

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

189

190 En Europe, l'exigence de protection des milieux aquatiques a entraîné la construction de stations d'épuration
 191 pour extraire ou détruire certains composants des eaux usées avant rejet épuré au milieu naturel. Mais les
 192 solutions mises en œuvre sont coûteuses en équipements, réactifs chimiques et énergie, rejettent des gaz à
 193 effet de serre (N₂O en particulier), et leur efficacité à protéger les milieux aquatiques reste partielle. A Paris,
 194 avec le changement climatique, la baisse du débit de la Seine, combinée à l'augmentation de la population
 195 attendue, provoque un effet ciseau : plus d'effluents à traiter et moins d'eau pour les diluer. La dégradation
 196 de l'état de la Seine est alors difficilement évitable, sauf traitements aux coûts très élevés avec une fiabilité
 197 difficile à garantir.

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

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

207 **1.2. La séparation à la source : un paradigme prometteur sobre, moins polluant et hygiénique**

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

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

223 L'intérêt pour la séparation à la source, et plus spécifiquement la valorisation des nutriments majoritairement
224 contenus dans l'urine, a ré-émergé en Europe au début des années 1990, après un siècle d'"aveuglement"
225 vis-à-vis de la richesse de cette ressource [DRANGERT, 1998]. De nombreux projets citoyens ont vu le jour
226 en Suède et en Scandinavie plus largement, au sein d'écovillages où l'urine est collectée et valorisée sur
227 des terres agricoles voisines. Les pays germanophones se sont aussi emparés du sujet, avec une approche
228 davantage tournée vers la recherche académique, le développement de procédés de transformation de
229 l'urine en urino-fertilisant⁶ et les toilettes sous-vide pour la séparation à la source des eaux vannes [LARSEN
230 *et al.*, 2013 - Part IV].

231 En France, en plus de la dynamique citoyenne déjà à l'œuvre, les tensions sur l'assainissement de
232 l'agglomération parisienne ont induit un intérêt local pour la séparation à la source de l'urine à partir du milieu
233 des années 2010, marqué entre autres par l'implication du SIAAP et de l'Agence de l'Eau Seine Normandie
234 (AESN) dans le programme de recherche-action OCAPL depuis 2015. Ces deux organismes ont intégré la
235 séparation à la source de l'urine dans leurs orientations stratégiques (SIAAP 2030 pour le SIAAP ; stratégie
236 d'adaptation au changement climatique du bassin de la Seine et Schéma Directeur d'Aménagement et de
237 Gestion des Eaux pour l'AESN). Depuis 2018, l'AESN a pleinement intégré la séparation à la source dans
238 son programme d'intervention et prévoit ainsi une subvention pouvant aller jusqu'à 80% pour les projets de
239 mise en œuvre de séparation à la source. Des outils politiques se mettent donc actuellement en place pour
240 accompagner l'émergence de la séparation à la source. Néanmoins, il n'existe aujourd'hui aucun cadre
241 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.

242 intégrée au marché des engrais.

243 **1.3. L'urine séparée à la source relève-t-elle de l'assainissement ? L'héritage d'un cadre juridique**
244 **inadapté**

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

262 Le modèle parisien de collecte des urines et des matières fécales par les égouts s'est progressivement
263 étendu à d'autres villes françaises, mais il ne s'est généralisé en contexte urbain qu'après la seconde guerre
264 mondiale. À Lyon, par exemple, le tout-à-l'égout n'est autorisé dans toute la zone urbaine que dans les
265 années 60 [SCHERRER, 1992]. Dans les campagnes, la toilette à chasse d'eau a été progressivement
266 déployée à partir du moment où les logements furent raccordés à un réseau d'eau potable – plus de 97%
267 des résidences principales disposent de l'eau courante en 1975 [RENAUDAT, 1989]. En habitat peu dense,
268 les fosses septiques devinrent la norme pour gérer les excréments humains, jusqu'à 150 personnes dans le
269 décret de 1969⁷. Aujourd'hui, la législation française distingue l'assainissement collectif et l'assainissement
270 non collectif pour la gestion des eaux usées (et donc des excréments humains). L'égout public est le
271 principal élément qui distingue ces deux formes d'assainissement : l'assainissement collectif désigne
272 l'assainissement avec propriété publique d'un égout qui collecte les eaux usées (et les excréments
273 humains), l'assainissement non collectif désigne l'assainissement sans propriété publique d'un égout : il peut
274 donc s'agir de la propriété privée d'un traitement local autonome des eaux usées ou de la propriété privée
275 d'un égout (et du traitement des eaux usées). Lorsqu'un égout public existe, il est obligatoire de s'y
276 raccorder.

277 Quelle est la place de la collecte séparée des urines et des matières fécales dans ce cadre conceptuel ?
278 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.

279 dans le décret de 2009 relatif à l'assainissement non collectif⁸, comme un "cas spécifique" mais avec des
280 conditions très restrictives, notamment une obligation de gestion à la parcelle. Cette obligation est
281 conceptuellement problématique car elle empêche toute possibilité de recirculation des nutriments vers les
282 terres agricoles. Elle montre cependant que l'utilisation des toilettes sèches domestiques s'est suffisamment
283 répandue pour que les autorités aient dû donner un cadre à cette "nouvelle" gestion des excréments
284 humains. Si ces derniers peuvent désormais être gérés séparément, leur statut n'est cependant pas
285 clairement défini [BRUN *et al.*, 2020].

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

- 296 - dans de nombreux cas, il conduit au rejet de la séparation à la source, soit parce que le vide juridique
297 est interprété comme une impossibilité de faire, soit parce qu'il implique des risques juridiques trop élevés ;
- 298 - pour d'autres, il donne de l'espace à l'innovation. Un cadre juridique arrive intrinsèquement après
299 l'émergence de nouveaux usages et ne peut les précéder. En attendant, d'autres cadres législatifs peuvent
300 être utilisés pour donner une sécurité juridique aux projets de séparation à la source (comme l'épandage des
301 boues de fosses septiques ou la normalisation des engrais). Les sections suivantes montrent que, selon la
302 configuration socio-technique, la séparation à la source sera plus ou moins facilement appréhendée par les
303 acteurs.

304 **2. Contraintes matérielles et organisationnelles : ce que révèlent les projets qui voient le jour en** 305 **milieu urbain dense**

306 **2.1. Organiser la collecte, le traitement, le retour aux champs**

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

311 Le cas de la ZAC de Saint-Vincent-de-Paul (Paris 14^e). Celle-ci se déploie sur le site d'un ancien hôpital,
312 objet d'un projet de reconversion visant à développer un éco-quartier. La livraison du quartier, entré dans sa
313 phase de construction en 2021, est prévue pour 2024. La collecte séparative des urines va être mise en
314 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.

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

322 À Grenoble (Isère), un immeuble d'habitat collectif, Au Clair du Quartier, réalisé en 2017, est équipé de
323 toilettes sèches séparatives ; les matières fécales sont collectées et compostées sur place, tandis que les
324 urines partent au tout-à-l'égout. Les choix faits (toilettes séparatives, avec collecte et valorisation des fèces
325 uniquement – *figure 2*), qui permettent de réduire par dix les volumes à stocker et gérer à l'échelle de
326 l'habitat, par rapport à une collecte des urines et des matières fécales, ont été motivés par des contraintes
327 spatiales et logistiques. Les habitants disposent en effet d'une place limitée dans leur immeuble urbain sans
328 cave et d'un petit jardin attenant de 200 m² pour stocker, composter et épandre les matières. L'immeuble de
329 trois étages est par ailleurs sans ascenseur et le transport des matières se fait à la main, dans un seau. La
330 collecte de l'urine par tuyau n'a pas été envisagée et la collecte par seau des fèces et urines aurait impliqué
331 une vidange plus fréquente et/ou des seaux plus lourds ; une logistique que les habitants ont jugée trop
332 contraignante.



(a)



(b)

333
334 Figure.2. (a) Immeuble d'habitat participatif Au Clair du Quartier à Grenoble, équipé de toilettes sèches
335 séparatives. (b) Toilettes sèches séparatives installées dans chaque logement. Images : B. de Gouvello.

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

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

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

359 **2.2. Mille-feuille territorial et jeux d'acteurs complexes**

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

363 **2.2.1. À l'échelle régionale**

364 La métropole parisienne occupe une position particulière dans un pays au fonctionnement très centralisé. Il
365 faut néanmoins distinguer Paris en tant que commune (2,2 millions d'habitants), de la Métropole du Grand
366 Paris (7 millions d'habitants) d'une part, et de l'ensemble des communes qui constituent l'agglomération
367 urbaine d'autre part (10,7 millions d'habitants). La Ville de Paris accorde une certaine importance aux
368 questions environnementales depuis plusieurs mandats. À titre d'exemple, elle fait partie du groupement
369 C40 pour le climat⁹. Sa maire (appartenant au Parti Socialiste) a été réélue en 2020 avec le soutien du parti
370 écologiste français (Europe Ecologie les Verts). Réciproquement l'Ile-de-France en tant que région (Les
371 Républicains), apparaît plus en recul sur les questions environnementales. C'est cette même tendance qui
372 est à la tête de la majorité des communes de la région.

373 Par ailleurs, la métropole du « Grand Paris » est le résultat d'un mille-feuille territorial. Elle s'est superposée
374 lors de sa création, achevée en 2015, aux collectivités existantes. Ce sont des regroupements de
375 communes, les « Etablissements publics territoriaux » (EPT) qui ont aujourd'hui la compétence
376 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>

377 proche banlieue parisienne s'ajoutent les départements qui assurent la compétence de transport. Enfin, le
378 traitement est délégué à une échelle supérieure. Dans l'agglomération parisienne, c'est le SIAAP, Syndicat
379 Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne, établissement d'une taille inégalée
380 dans le pays, qui est responsable du transport interdépartemental et du traitement des eaux usées de la
381 totalité des communes de la métropole, ainsi que de nombreuses communes voisines situées dans
382 l'agglomération, concernant plus de 8 millions d'habitants en tout pour un volume total d'eaux usées traitées
383 de 3 millions de m³/j répartis sur six usines. Le SIAAP est gouverné par un Conseil d'Administration dans
384 lequel siègent des représentants des départements qui le composent : Paris et les 3 départements
385 limitrophes.

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

395 **2.2.2. À l'échelle de la collectivité locale de grande taille**

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

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

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

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

436 3.1. Dans les "marges" de la fabrique urbaine

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

441 3.1.1. Espace public & urbanisme transitoire

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

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

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

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



477 Bourget.

478 (a)

(b)

479 Figure 3 : Dispositif démonstrateur de sanitaires (urinoirs féminins) permettant la collecte d'urine dans un
480 contexte d'urbanisme transitoire. (a) accès aux sanitaires ; (b) cuves de collecte. Les Grands Voisins, Paris,
481 2020. Image : Louise Raguet.

482

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

491 **3.1.2. Urbanisme "inclusif" à partir du cas de l'Habitat participatif**

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

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

520

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

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

525 **3.2. Les éco-quartiers comme contexte de démonstration favorable ?**

526 Si les éco-quartiers peuvent également sembler des contextes de démonstration favorable pour la
527 séparation à la source en ville, il n'existe pour l'heure en France pas encore de projets réalisés en la matière.
528 Mais deux éco-quartiers actuellement en cours de construction se proposent de l'expérimenter : Saint-
529 Vincent-de-Paul (SVP) à Paris et LaVallée dans les Hauts-de-Seine (cf. encadré). A noter que le montage
530 institutionnel de ces deux éco-quartiers diffère : à SVP, le portage est assuré par des acteurs publics, la ville
531 de Paris et la société publique locale Paris & Métropole Aménagement (PMA), tandis que pour LaVallée,
532 nous avons affaire à un partenariat public-privé impliquant la ville de Chatenay et le groupe Eiffage¹⁰.

533

534 **Le projet d'éco-quartier LaVallée**

535 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
536 20 ha, trouve sa place entre le centre-ville de Châtenay-Malabry, la coulée verte et le parc de Sceaux. La construction de
537 cet éco-quartier, destiné à accueillir plus de 4500 habitants a été initiée en 2018. Il prévoit des équipements tels que
538 groupe scolaire et collège, crèche, espace sportif, centre aquatique, espace de promenades, ferme urbaine, tiers-lieu,
539 bureaux et espaces de coworking, cafés et restaurants, commerces. Ce projet est l'occasion d'un partenariat original
540 entre l'entreprise Eiffage Aménagement et une institution académique, l'i-Site Future. Associés aux professionnels
541 d'Eiffage dans le programme E3S (pour « Ecoquartier smart, sobre et sécure »), près de 60 chercheurs relevant de
542 disciplines diverses interviennent en soutien de l'innovation urbaine autour de quatre pôles thématiques : le bas carbone,
543 l'économie circulaire, la nature en ville et les nouveaux usages. Dans ce cadre, a été prévue la mise en place d'un
544 démonstrateur d'un nouveau rapport à l'eau et aux nutriments, comprenant un dispositif de récupération d'eau de pluie
545 et d'urinoirs masculin d'une part, féminin d'autre part, destinés à collecter l'urine pour un usage de fertilisation des
546 espaces verts. Fin janvier 2021, le démonstrateur n'était toujours pas construit. L'emplacement initialement prévu a dû
547 être modifié, conduisant à des discussions techniques, économiques et politiques sur sa faisabilité.

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

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

559 Encadré 1 : présentation des deux projets d'éco-quartiers où des démonstrateurs ont été construits ou
560 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.

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

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

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

585 **Conclusion**

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

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

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

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

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

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

618 **Remerciements**

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

621

622 **Bibliographie**

623

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

670 RENAUDAT, E. (1989) : « La consommation domestique de 1950 à 1980 ». *Recherches et Prévisions*, 18-
671 19 : 23-25.

672 THISSE J.F., VAN YPERSELE T. (1999) : « Métropoles et concurrence territoriale ». *Economie et statistique*
673 ; 326-327: 19-30

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

