

THESE DE DOCTORAT
présentée pour l'obtention du grade de Docteur
en sciences et histoire de l'environnement

**Gérer les déjections humaines : un défi urbain.
Le cas de la ville de Lyon, fin XVIIIe - début XXe s.**

par

Emmanuel Adler

Thèse dirigée par Bruno TASSIN et Eric BARATAY

Jean-Marie MOUCHEL
Viviane CLAUDE
Jean-Luc BERTRAND KRAJEWSKI
Agnes JEANJEAN
Eric BARATAY
Bruno TASSIN

Sorbonne Université
Institut d'Urbanisme de Lyon
INSA Lyon
Université de Nice-Sophia Antipolis
Université Jean Moulin Lyon 3
Ecole des Ponts ParisTech

Président
Rapporteur
Examineur
Examineur
Codirecteur
Codirecteur

10 décembre 2019

*Ô vous, soyez témoins que j'ai fait mon devoir
Comme un parfait chimiste et comme une âme sainte. Car j'ai de chaque chose
extrait la quintessence, tu m'as donné ta boue et j'en ai fait de l'or.*

Charles Baudelaire

Ébauche d'un épilogue pour la deuxième édition des Fleurs du Mal, 1861

Résumé /Abstract

Inspirée par l'exercice d'une longue activité professionnelle dans le domaine de l'assainissement, et plus particulièrement dans *l'épuration des eaux usées domestiques*, cette thèse a pour objet d'apporter un éclairage sur les conditions de gestion des déjections humaines dans une double réflexion technique et historique.

La problématique étudiée porte sur les conditions d'évolution des systèmes développés par les êtres humains pour soustraire à leur environnement leurs matières excrémentielles. Il s'agit d'étudier un aspect particulier de l'assainissement des villes, et plus précisément les moyens adoptés pour procéder à l'éloignement des déjections humaines. Le sujet est appréhendé depuis les premiers équipements destinés à recueillir les matières solides et liquides, en passant par les conduites et les fosses de stockage, jusqu'aux opérations logistiques d'extraction, de déplacement et de transformation, pour conclure sur la victoire du tout-à-l'égout. Soulevant le voile sur la part de secret qui caractérise tout ce qui touche aux déjections humaines, ce travail tente d'apporter un éclairage nouveau sur ce secteur d'importance, en particulier dans un contexte d'économie circulaire et de transition énergétique.

Sur l'échelle de temps d'une part, si la période retenue pour orienter les investigations conduites est relativement longue, couvrant la fin du XVIIIe jusqu'au début du XXe s., c'est parce qu'elle permet d'appréhender l'essor d'une activité aux multiples connexions (techniques, scientifiques, politique publique, justice...). Cet intervalle caractérise une radicale transformation des activités de gestion des matières fécales produites par les habitants des grandes villes. Dans une progression rythmée par des tensions et des crises, le système d'évacuation des déjections humaines de la cité se structure en réseau, contrôlé par un nombre croissant d'acteurs, mais également de procédés techniques, de réglementations, et bien sûr pour en assurer le fonctionnement, de mécanismes financiers.

Second point déterminant d'autre part, après l'ancrage chronologique et dans le contexte très centralisateur de la France, la recherche porte géographiquement un intérêt marqué pour la ville de Lyon, qui bénéficie d'un contexte particulier par rapport à Paris, avec la présence du Rhône, et qui est restée jusqu'ici relativement peu considérée sous l'angle des déjections humaines.

Pour rendre digeste un sujet caractérisé par la profusion de données et la diversité de systèmes, hier et aujourd'hui, un découpage parmi d'autres a été adopté. Après l'analyse des enjeux techniques, puis des aspects liés à la santé, la thèse aborde les aspects juridiques et financiers de la gestion des matières. A la suite, motivée par une formation d'ingénieur agronome, le travail se poursuit avec la question du devenir des déjections, et plus précisément leurs conditions de retour au sol.

La conclusion cherche à mettre en évidence que les conditions d'éloignement des déjections humaines en milieu urbain se complexifient au fil du temps sous l'influence de divers facteurs, avec un processus de mise en œuvre d'opérations supplémentaires de séparation de phases et de créations de nouvelles combinaisons.

Mots clefs : excréments, assainissement, recyclage, engrais, vidangeurs, eaux usées, histoire, sciences, fosse d'aisances, circularité, hygiène, boues d'épuration, égout

Liste des publications

- Publications à caractère historique

Le mélange des ordures et des boues d'épuration en débat au congrès de l'AGHTM de Vichy il y a 50 ans, TSM n°4, 2019

avec M. MUNCK, Gros plan sur une nuisance urbaine majeure : les déjections canines en ville, TSM, n°6, 2015

Recycler l'urine, une idée lumineuse source d'innovations, d'hier à demain, TSM, n°12, 2014

Le biogaz en France : histoire de l'exploitation d'une énergie renouvelable, TSM n°11, 2014

Parent-Duchâtelet, l'hygiéniste qui voulait assainir la poudrette, TSM n°7-8, 2010

avec V. FERSTLER, Gestion agronomique des boues d'épuration : du déchet au produit, TSM n°9, 2009

- Publications à caractère technique

Avis d'expert - Etat des lieux de la gestion biologique des déchets en France
Revue Environnement & Technique (novembre 2013) - <http://urlz.fr/dB4>

Avis d'expert - Etat des lieux de la production de biogaz en France"
Revue Environnement & Technique (septembre 2012) - <http://urlz.fr/dBf>

Vade-mecum des Traitements Mécano-Biologiques des Déchets, Editions ASTEE, juin 2012, 280 p.

Actes des premières Rencontres de l'organique organisée à Nancy, TSM, 2007, n°spécial, 2008

Le Maire et les boues d'épuration, Association des Maires de France, 2007
<http://urlz.fr/dBt>

Global Water Report : sewage sludge management, forecast en market analysis, Global Water Intelligence - Special Issue, 2007

Vade-mecum du porteur de projet de méthanisation des déchets des Collectivités, TSM, n° spécial, 2006

Gestion des déchets municipaux et des boues d'épuration, état de la gouvernance, Déchets sciences & techniques, 2005, n°38

Mémento de l'eau potable en France, Environnement & Technique, Hors-série n°8, 2003

Etat des lieux de la gestion des boues d'eau potable en France, L'Eau, l'Industrie, les Nuisances, n°257, 2002

Préambule

Après plus d'un demi-siècle passé sur cette fantastique planète, dont une partie non négligeable dans l'intimité des toilettes¹, le projet, fou et toujours repoussé, de faire une thèse sur la question de la gestion des déjections humaines sous l'angle historique touche à sa fin. Parce que l'acte de défécation relève de la plus grande intimité, il conserve jalousement *une part de secret*. Cette contrainte, qu'il faut accepter pour étudier les pratiques de gestion des déjections humaines en collectivité comme dans la sphère intime, contribue à la difficulté de l'exercice. Adeptes de l'effort sportif, après avoir mis la main à la pâte pendant plus d'une décennie, je m'interroge sur ma motivation. Sans doute que ma double qualité de scatophile (ou fécopophile) qui vit sur les excréments, comme de scatophage qui s'en nourrit², est de nature à fournir quelques explications.

Sans doute que l'existence d'ascendants spécialisés en *shmates* aura laissé quelques gènes ataviques pour justifier cet intérêt compulsif pour nos déchets du quotidien³.

Après une formation de base d'ingénieur en génie rural et une sensibilité précoce pour le thème de l'environnement⁴, en France et à l'étranger et plus de 30 ans d'expériences professionnelles et techniques variées en matière d'assainissement comme de gestion des déchets ménagers, j'estime désormais disposer des outils pour satisfaire ma curiosité.

Curiosité germée en 1989 lors de mon stage d'élève ingénieur à la société Lyonnaise des eaux (aujourd'hui Suez) consacré à l'étude technico-économique des conditions de gestion des boues d'une bonne vingtaine de stations d'épuration sur la région de l'ouest parisien.

Curiosité régulièrement alimentée depuis 1988 par de très nombreux cas pratiques vécus dans une dizaine d'entreprises et structures distinctes, avant de devenir gestionnaire de mon entreprise depuis 1997. Aussi, le point de vue adopté est-il riche d'expériences variées, heureuses ou non dans leur dénouement. Dans ce contexte, mon interrogation sur la dynamique d'un secteur complexe, en termes d'acteurs, de techniques et de réglementations, trouve ici des éléments de réponses, qui j'espère présentent un intérêt pour d'autres recherches.

Enfin, animé d'un goût prononcé pour la pédagogie, l'enseignement supérieur et la formation professionnelle, ma curiosité s'est enrichie avec les questions souvent pertinentes de mes élèves, ici à l'École des Ponts ou dans d'autres établissements⁵.

Dans les faits, si les fondements techniques et scientifiques à l'origine de toutes les stations d'épuration des eaux usées comme des installations des traitement des boues associées sont les mêmes et sont donc bien connus des professionnels, l'incroyable

¹ Le temps moyen passé pour accomplir l'acte d'excrétion liquide et solide est estimé à 7 heures/an.

² Mon activité professionnelle d'expert judiciaire est spécialisée dans la résolution de litiges relatifs à l'assainissement et en particulier à la gestion des boues d'épuration et des eaux usées.

³ Terme yiddish employé pour désigner les chiffons et les fripes recyclés

⁴ J'ai effectué mon service militaire de 1986 à 1988 au sein de l'association Nature & Progrès, structure dédiée à l'agriculture biologique.

⁵ Université Sorbonne Paris Nord, Sorbonne Université, EIVP, ENTPE, ENGEES...

diversité des solutions mises en œuvre pour gérer les déjections humaines n'a cessé de m'étonner. Par ailleurs, j'ai également été interpellé par le développement constant de procédés plus ou moins nouveaux censés apporter des améliorations à des installations existantes, souvent en bon état de fonctionnement. J'ai alors eu le sentiment que certains travaux mis en œuvre pour améliorer les performances de la gestion des déjections ne faisaient que de déplacer les problèmes constatés. Qui plus est, en réponse à mes questions, les motivations avancées par les acteurs concernés sont souvent apparues peu convaincantes.

Sur la métropole de Lyon, entre 1997 et 2019, aucun des directeurs en charge de la gestion de l'eau et de l'assainissement n'a pu me dire pourquoi les boues d'épuration de la ville était en majorité brûlées. La seule légitimité fournie pour expliquer ce choix stratégique attribue à Camille Chalumeau, directeur de la voirie lyonnaise pendant 33 ans à compter de mars 1910⁶, la responsabilité de préférer, pour assurer la valorisation des ordures ménagères lyonnaises, la filière thermique à celle du compostage⁷. Peu satisfait de cette réponse et conscient de la difficulté pour trouver des éléments de faits permettant d'éclairer les décisions contemporaines de gestion des déjections humaines, j'ai naturellement remonté le cours du temps jusqu'à l'époque des fosses d'aisances et de leur vidange manuelle. C'est ainsi que je me suis intéressé aux enjeux de salubrité publique, de latrines et de miasmes dans les cités du passé, et en particulier à Lyon.

Parisien de naissance avec l'expérience de l'expatriation aux Etats Unis, en Espagne et au Viet-nam, je me suis installé en 1997 à Lyon car ma femme y avait trouvé son travail actuel. Ville majeure de Province, Lyon m'a accueilli dans son environnement très agréable et j'ai donc décidé de m'engager dans une recherche à caractère historique.

C'est dans ce contexte que je présente ici ce manuscrit de thèse, et j'espère que le travail fourni fournira une base suffisamment nourrie et structurée pour alimenter les réflexions des acteurs professionnels concernés par la gestion des matières excrémentielles, aujourd'hui transmutes en d'anonymes boues d'épuration traitées sur des stations d'épuration.

Plus précisément, en ce jour du 9 décembre 2019, alors que se présente à l'Assemblée nationale le projet de loi anti-gaspillage pour une économie circulaire, une disposition particulière vise à supprimer le statut de produit au compost de boues d'épuration. Pour quels motifs le législateur envisage-t-il de bouleverser la filière de valorisation organique des boues d'épuration ?

Les épandeurs, composteurs et méthaniseurs constituent pourtant un secteur clef de la circularité des sociétés qui s'appuie sur des siècles d'expériences. Puisse ce mémoire rappeler aux décideurs publics en charge de l'assainissement les enjeux associés au retour au sol des déjections humaines, noble activité de recyclage de l'abject.

⁶ Pierre-Yves SAUNIER, la ville et la ville : les hommes et les organismes municipaux de l'aménagement urbain aux 19e et 20e s., article extrait de la revue recherches contemporaines, n°3, 1995-1996, p. 134

⁷ AM Lyon 923 WP 273, Camille CHALUMEAU, Ville de Lyon, service travaux publics et voirie, rapport sur le traitement des ordures ménagères, proposition J. Verdier (procédé Beccari), 1^{er} février 1930

Table des matières

Remerciements	3
Résumé /Abstract.....	4
Liste des publications	5
Préambule	6
Table des matières.....	8
Liste des Figures.....	12
Liste des tableaux	15
Introduction générale	16
Réflexion philosophique	21
Partie 1 - Les déjections et la technique	22
Introduction à la partie 1	22
Chapitre 1 - Typologie des systèmes de gestion des déjections.....	23
1.1 Eléments de terminologie.....	23
1.1.1 La production et la gestion des matières.....	23
1.1.2 La gestion des risques	28
1.1.3 La valorisation en agriculture	36
1.2 Décomposition des opérations en modules.....	38
1.2.1 Module 1 - interface usager.....	39
1.2.2 Module 2 - stockage intermédiaire	42
1.2.3 Module 3 - éloignement	45
1.2.4 Module 4 - valorisation des matières.....	46
Chapitre 2 - Gestion des déjections au niveau de l'utilisateur.....	47
2.1 Aucune interface usager	47
2.2 Les interfaces usager mobiles.....	48
2.2.1 Les vases de nuit	48
2.2.2 Les chaises percées	50
2.2.3 Les urinoirs publics mobiles.....	52
2.2.4 L'hydroglyphe, une invention lyonnaise sans lendemain.....	52
2.2.5 Les interfaces usager fixes sans fosse d'aisance	54
2.2.6 Les latrines publiques.....	57
2.2.7 Les latrines des espaces denses et confinés	59
Chapitre 3 - Les fosses d'aisances	60
3.1 Les fosses d'aisances fixes sans séparation	60
3.1.1 Les fosses rudimentaires	60
3.1.2 Les fosses avec tuyau de chute et ventilation	60
3.1.3 La fosse d'aisance, ouvrage normalisé.....	65
3.1.4 Les fosses fixes métalliques	67
3.2 Les fosses d'aisances mobiles simples	68
3.3 Les fosses d'aisances à séparation	72
3.3.1 Les fosses fixes à séparation.....	72
3.3.2 Les fosses mobiles à séparation de phases	76
3.3.3 Les fosses mobiles métalliques à séparation.....	80
3.3.4 Les fosses septiques, outil liquéfacteur (après 1860)	81
3.4 De l'immobilisme des fosses fixes de Lyon (1818-1866)	86
3.4.1 Autopsie des fosses fixes à Lyon en 1828.....	86

3.4.2	De la nécessité des fosses mobiles à Lyon (1819-1849)	91
3.4.3	Lyon entre la fosse fixe et l'égout (1819-1866)	96
Chapitre 4 - Eloignement après stockage des déjections		100
4.1	Le millefeuille des matières de vidange	100
4.1.1	De la séparation de phases dans la fosse	100
4.1.2	La croûte	103
4.1.3	La vanne	104
4.1.4	La heurte	104
4.1.5	Le gratin	105
4.2	La vidange des fosses, une opération pénible	107
4.2.1	Les mains dans la pâte, méthode primitive	107
4.2.2	La ventilation, un bol d'air pour respirer	108
4.2.3	Le pompage des matières, unique issue	111
4.2.4	Le cas des fosses mobiles	121
4.2.5	Vidanger les fosses, une question de calendrier et de mode opératoire	121
4.2.6	Aperçu d'autres aspects de la gestion en aval	124
4.2.7	La vidange encadrée	125
Chapitre 5 - L'éloignement par réseau, solution radicale ?		127
5.1	L'eau courante à tous les étages, moteur du tout-à l'égout	127
5.1.1	La garde-robe anglaise, un nec plus ultra	127
5.1.2	Du développement de la distribution d'eau à Lyon (1853-1898)	131
5.2	Développement des réseaux d'assainissement de Lyon	133
5.2.1	Le réseau d'assainissement gravitaire de Lyon	133
5.2.1	Berlier, l'assainisseur Lyonnais sous pression	134
Conclusion de la partie 1		139
Partie 2 - Les déjections et les sciences		140
Introduction à la partie 2		140
Chapitre 6 - Gérer la vidange, activité à risques		143
6.1	Mortelle vidange à Lyon	143
6.1.1	L'Hôtel-Dieu, hôpital modèle au tournant du XVIIe s.	143
6.1.2	Chaleurs fatales	145
6.2	Pathologies de la vidange	146
6.2.1	La mitte dans les yeux	146
6.2.2	La respiration plombée	147
6.2.3	Fosse en feu, fosse en eau	152
6.2.4	L'infanticide clandestin	153
6.3	Etudier la vidange pour prévenir les accidents (1702-1778)	153
6.3.1	Ramazzini le précurseur	153
6.3.2	La vidange, priorité nationale	154
6.4	La désinfection, sujet de controverse (1782-1785)	157
6.4.1	Le sacré vinaigre de l'oculiste de Lyon	157
6.4.2	L'Académie lyonnaise amère au vinaigre	160
Chapitre 7 - Les déjections humaines, matières à connaissances		162
7.1	La distillation de l'urine et la découverte du phosphore	162
7.2	L'analyse des déjections, un puits sans fond	165

Chapitre 8 - Des infections des déjections humaines.....	170
8.1 De la grande diversité des objectifs et procédés	170
8.1.1 De la neutralisation des miasmes à la désinfection.....	170
8.1.2 De la désinfection tous azimuts.....	171
8.2 Des principaux modes de désinfection.....	173
8.2.1 Procédés de dessiccation	173
8.2.2 Procédés chimiques	175
8.3 La désinfection, un enjeu technico-commercial	178
8.3.1 Les concours scientifiques	178
8.3.2 Des brevets à la pelle.....	181
8.3.3 Réalité de la désinfection en 1869	185
8.4 La science lyonnaise confrontée aux déjections (1871-1898).....	186
Conclusion de la partie 2	192
Partie 3 - Les déjections et la terre	193
Introduction à la partie 3	193
Chapitre 9 - Le statut ambivalent de l'engrais humain	196
9.1 Le Circulus des coprophiles.....	196
9.1.1 Hugo le poète, Leroux le théoricien.....	196
9.1.2 Les racines profondes de fertilisation excrémentielle	199
9.2 Du désamour des déjections humaines	204
Chapitre 10 - Les recettes de l'engrais humain	211
10.1 Jussieu, théoricien Lyonnais de la préparation (1782)	211
10.1.1 Une posologie à respecter	211
10.1.2 Les quatre modes de fabrication.....	212
10.2 La poudrette, engrais fécal sec	216
10.2.1 Bridet, premier brevet industriel (1797)	216
10.2.2 La poudrette, un succès national	220
10.2.3 La poudrette, un succès mondial	223
10.3 L'engrais liquide, une ressource précieuse.....	229
10.3.1 L'engrais flamand, richesse des Flandres.....	229
10.3.2 L'irrigation par les eaux vannes, puis par les égouts	232
10.4 Les déjections, matière à innovation commerciale.....	235
10.4.1 L'engrais fécal objet de récompenses	235
10.4.2 L'engrais humain breveté	237
Chapitre 11 - Les engrais fécaux contrôlés.....	242
11.1 Fabriquer l'engrais humain, une industrie classée	242
11.2 De la fertilité et de la fraîcheur de l'engrais humain	247
11.3 De la répression des fraudes	248
Chapitre 12 - Fertilisation par les engrais fécaux à Lyon	251
12.1 Convoitises autour des déjections des Lyonnais	251
12.1.1 Laboré, entrepreneur de vidange (1769-1782)	251
12.1.2 Les vidangeurs en guerre (1845-1886)	252
12.2 Des déjections à la sauce hollandaise	256
12.3 Lyon hermétique à la poudrette	259
Conclusion de la partie 3	264
Conclusion générale	265

Annexes	268
Bibliographie et sources	275

Liste des Figures

Figure 1 - de la technicité des vidangeurs (1791)	27
Figure 2 - le miasmifuge ou filtre à air portatif (1884)	30
Figure 3 - traité d'hygiène consacré aux égouts et vidanges (1911)	32
Figure 4 - avis relatif à la création d'une société pour l'assainissement (1824) .	33
Figure 5 - publicité pour une entreprise de désinfection particulière (1900)	36
Figure 6 - structure des modules de gestion des déjections	39
Figure 7 - publicité pour le papier toilettes au Etats Unis (1860)	40
Figure 8 - interface usager mutilé (1900)	41
Figure 9 - typologie des interfaces usager	42
Figure 10 - typologie des fosses d'aisances	43
Figure 11 - structure géométrique des fosses d'aisances fixes	44
Figure 12 - typologie détaillée des fosses d'aisances	45
Figure 13 - typologie des réseaux d'assainissement	46
Figure 14 - garde-robe, Rouen (1730)	48
Figure 15 - pots de chambre de la mariée, Lyon (XXe s.)	48
Figure 16 - <i>gare l'eau</i> à différentes époques (XVe au XIXe s.)	49
Figure 17 - consultation médicale des déjections (1825)	49
Figure 18 - vidange matinale à Epinal (1880)	50
Figure 19 - exemples de sièges percés	50
Figure 20 - diversité de chaises percées (XVIIIe s.)	51
Figure 21 - amphore romaine destinée à recevoir l'urine, sans date	52
Figure 22 - extraits du brevet n°1BA222 pour un siège inodore, 1805	53
Figure 23 - latrines fixes sans fosse	54
Figure 24 - latrine avec évacuation en rivière	55
Figure 25 - latrines couplées à une pisciculture	56
Figure 26 - puisard, Hôpital de Bicêtre (1850)	56
Figure 27 - contamination d'un puisard (1924)	56
Figure 28 - exemples de latrines publiques (seconde moitié du XIXe s.)	58
Figure 29 - fosses fixes rudimentaires à un seul orifice (XIXe et XXe s.)	60
Figure 30 - fosses fixes branchées avec 2 ou 3 orifices	61
Figure 31 - fosse non ventilée sur puits perdu à Nancy (1886)	62
Figure 32 - appareil inodore pour les sièges d'aisance Havard (1827)	63
Figure 33 - appareil inodore pour les sièges d'aisance Rogier Mothes (1853)	63
Figure 34 - publicité lyonnaise pour l'appareil Rogier Mothes (1859)	64
Figure 35 - commodités portatives Giraud (1777)	68
Figure 36 - édicule Goux (1890)	69
Figure 37 - système de fosse mobile Goux (1865-1880)	70
Figure 38 - liste des implantations des fosses mobiles Goux, 1865-1880	70
Figure 39 - variantes du système britannique Moule (1860)	71
Figure 40 - appareil séparateur Derosne (1848)	72
Figure 41 - système Ducléré sans fosse fixe (1864)	73
Figure 42 - encart commercial du système Ducléré (1855)	74
Figure 43 - fosse fixe à vidange automatique Delplanque (1860)	74
Figure 44 - appareil diviseur sur réservoir (1880)	75
Figure 45 - fosses mobiles et inodores du Docteur Géraud (1786)	76
Figure 46 - fosse mobile inodore de MM Cazeneuve et Cie (1818)	77
Figure 47 - système de vidange Huguin, puis Richer (1844-1860)	78
Figure 48 - appareil séparateur désinfecteur Guibout et Sanson (1848)	79

Figure 49 - earth-closet à séparation de Gehring (1890)	79
Figure 50 - fosse fixe Schleh (1880)	80
Figure 51 - vidangeuse Mouras, France et Grande Bretagne (1860 - 1890)	83
Figure 52 - <i>flush tank</i> ou fosse avec siphon automateur Roger Field (1882)	84
Figure 53 - fosse septique modèle Touring-Club de France (1904).....	85
Figure 54 - prototypes de latrines mobiles (fin du XXe s.)	85
Figure 55 - pierre commémorative du premier chemin de fer (1923)	86
Figure 56 - extrait de presse annonçant la mort d'un vidangeur (1828)	87
Figure 57 - rapport de Martin Jeune (1828).....	87
Figure 58 - plan de la ville de Lyon (1824)	88
Figure 59 - publicité pour l'engrais des fosses mobiles Foullon (1821).....	92
Figure 60 - traité de la salubrité dans les grandes villes (1846)	94
Figure 61 - fosse fixe et mobile à séparation Fleury (1846).....	95
Figure 62 - coupe schématique des matières de vidange dans une fosse fixe ..	103
Figure 63 - exemples de minéraux produits dans les fosses fixes	106
Figure 64 - collecte des matières de vidange par baquets	108
Figure 65 - ventilateur Hales (1744)	109
Figure 66 - fourneau pour la vidange (début XIXe s.)	110
Figure 67 - dispositifs de ventilation (1786 et 1838)	111
Figure 68 - pompe manuelle anti-méphitiques (1790)	113
Figure 69 - photo du rapport de l'Académie de Lyon (1790)	114
Figure 70 - pompe à soufflets pour la vidange des fosses fixes (1820)	114
Figure 71 - vidange atmosphérique Huguin-Domange (1844)	115
Figure 72 - locomotive vapeur Rival pour le curage des fosses (1846)	116
Figure 73 - vidange hydro-barométrique Lapointe et Chapusot (1860).....	117
Figure 74 - appareil hydropneumatique Duvergier (1878)	118
Figure 75 - vidange par une pompe à vapeur, UMDP (1890).....	119
Figure 76 - équipage complet de vidange des fosses fixes (fin XIXe s.)	119
Figure 77 - vidange par pompe à bras et à vapeur, Lyon, UMDP (1890).....	120
Figure 78 - vidange des fosses mobiles (1830-1860)	121
Figure 79 - latrine à vidange hydraulique à Londres (1595)	127
Figure 80 - évolution de la dilution des matières de vidange à Paris (1855)	130
Figure 81 - évolution de la population de Lyon (1793-1906)	131
Figure 82 - évolution du linéaire d'égouts en km à Lyon (1852-1896)	133
Figure 83 - systèmes de vidange pneumatique (1870 et 1880)	135
Figure 84 - rapport de la ville de Paris sur le système Berlier (1883)	137
Figure 85 - le merdoduc (2015)	138
Figure 86 - Hôtel Dieu de Lyon (XVIIe s. et 1855)	144
Figure 87 - mémoire sur un cas d'asphyxie d'un vidangeur à Toulouse, 1779 ..	150
Figure 88 - sauvetage de vidangeurs à Noyon (1788).....	151
Figure 89 - lettres de Janin sur le vinaigre antiméphitique (1783-1784).....	159
Figure 90 - (re)découverte du phosphore par un alchimiste (1771).....	164
Figure 91 - du phosphore dans les déjections (1711-1712)	164
Figure 92 - analyses de déjections humaines (1804)	166
Figure 93 - analyse de la poudrette (1821)	167
Figure 94 - analyse de la poudrette (1843)	167
Figure 95 - analyse de la poudrette (1847)	167
Figure 96 - analyse de la poudrette (1860)	168
Figure 97 - analyse des eaux vannes (1853).....	168
Figure 98 - analyse bactériologique des vidanges (1896)	169

Figure 99 - typologie des modes de désinfection	173
Figure 100 - latrine avec désinfection par la cendre (1884)	174
Figure 101 - Almanach du chaulage et des engrais humains naturels (1865)	176
Figure 102 - composition des engrais fécaux (1865).....	177
Figure 103 - brochure commerciale de l'eau antiméphitique (1848).....	184
Figure 104 - distribution des brevets pour des désinfectants (1762-1846).....	185
Figure 105 - ouvrage et portrait de Pierre Leroux (1853)	197
Figure 106 - vidangeur aux champs en Chine (1890).....	198
Figure 107 - vidange des pots de chambre à Epinal, collection D. Boré (1880) .	207
Figure 108 - brevet Bridet (1796).....	218
Figure 109 - poudrette de Bridet (1786).....	218
Figure 110 - encarts publicitaires pour la poudrette (vers 1850).....	221
Figure 111 - publicités, La Gazette du village (1873)	222
Figure 112 - publicité Le régénérateur (1870).....	222
Figure 113 - publicité publiée dans le Journal du Loiret (1886).....	222
Figure 114 - publicité publiée dans le Journal des orchidées n°97 (1894).....	222
Figure 115 - factures de vente de poudrette	223
Figure 116 - rapport sur un accident lié au transport de poudrette (1818)	224
Figure 117 - publicité pour la poudrette de Forbach (1855)	225
Figure 118 - publicités de la Cie Lodi, Etats Unis (1856 et 1868)	226
Figure 119 - publicité de la Cie Liebig, Etats Unis (1855)	226
Figure 120 - publicités pour diverses poudrettes aux Etats Unis (1860-1875) ...	227
Figure 121 - publicité pour la poudrette, Estonie (1890)	227
Figure 122 - publicité Soluble Pacific Guano, New York (1857-1883).....	229
Figure 123 - application de l'engrais liquide (Liger, 1875)	231
Figure 124 - sewage farm (1868)	232
Figure 125 - projet d'épandage des eaux d'égouts, Cadet (1895)	233
Figure 126 - action de l'entreprise « La culture par l'épandage » (1899)	234
Figure 127 - ouvrage l'engrais humain de Paulet (1853).....	236
Figure 128 - Evolution du nombre de brevets sur la gestion des déjections humaines et des latrines (1865-1913).....	241
Figure 129 - voirie de Montfaucon (avant 1839).....	244
Figure 130 - rapport sur la voirie de Montfaucon (1788)	245
Figure 131 - lettre patente de 1778 et mémoire de 1779	252
Figure 132 - encart de la Société Lyonnaise des vidanges inodores.....	253
Figure 133 - concurrence entre vidangeurs à Lyon (1878-1892)	254
Figure 134 - action de 500 Frs de la Cie Dép. de Vidanges et Engrais (1879) ...	254
Figure 135 - extrait du relevé de contraventions dressées par la ville de Lyon contre l'UMDP (1886-1888)	255
Figure 136 - publicités de la Cie G ^{ale} des Engrais (1848).....	260
Figure 137 - prix de la tonne d'engrais rendue en gare, Lyon (1866)	263

Liste des tableaux

Tableau 1 - digestion des boues d'épuration (2019).....	17
Tableau 2 - exemples de décisions de justice (1879-1880).....	125
Tableau 3 - accidentologie des asphyxies de vidangeurs (1711-1834)	151
Tableau 4 - résultats du concours désinfection de la SEIN (1848).....	180
Tableau 5 - liste des brevets relatifs aux engrais fécaux (1796-1882).....	239
Tableau 6 - liste des brevets relatifs aux engrais fécaux (1796-1882).....	240
Tableau 7 - cadre réglementaire des fabriques d'engrais humains	246