Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

58 | 2016

Autour de Charles de Freycinet

Charles de Freycinet, théoricien et acteur de l'assainissement à l'âge de l'hygiénisme

Patrick Fournier

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/1540>

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 février 2016

Pagination : 19-29

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Patrick Fournier, « Charles de Freycinet, théoricien et acteur de l'assainissement à l'âge de l'hygiénisme », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 58 | 2016, mis en ligne le 12 juillet 2018, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/1540>

Charles de Freycinet, théoricien et acteur de l'assainissement à l'âge de l'hygiénisme

Patrick Fournier

L'œuvre de Charles de Freycinet en matière d'assainissement industriel et urbain est à la fois connue et relativement méconnue. La partie du travail de Freycinet sur les pollutions industrielles a été analysée par Geneviève Massard-Guilbaud qui considère le *Traité d'assainissement* de 1870 comme un des trois grands jalons du XIX^e siècle pour la connaissance de l'insalubrité après le *Traité de salubrité* de Montfalcon et de Polinière (1846) et avant *L'hygiène industrielle* d'Alexandre Layet (1898)¹. Aussi étrange que cela puisse paraître, les historiens n'avaient auparavant guère pris en compte cet important traité que Sabine Barles, par exemple, mentionne à peine dans son ouvrage sur le rôle des ingénieurs et médecins dans l'espace urbain et auquel elle accorde une place limitée dans son histoire des déchets². Cette faible prise en compte des enquêtes pourtant très minutieuses de Freycinet, réalisées en outre dans un cadre officiel, peut s'expliquer en partie par le fait que l'histoire de l'assainissement n'est pas celle de héros – bien que Villermé pour la première moitié du XIX^e siècle et Adrien Proust pour la seconde soient de véritables figures de référence dans ce domaine ; elle peut aussi provenir du moment charnière durant lequel Freycinet a produit ses travaux, celui de la naissance d'un hygiénisme proprement industriel si l'on suit l'analyse qu'en donne Caroline Moriceau³. Du coup, si les rapports de Freycinet apparaissent bien comme des textes fondateurs dans les années 1860, avec le *Traité* du médecin Maxime Vernois⁴, ils ne relèvent ni prioritairement du paradigme de Villermé,

conçu sous la Monarchie de Juillet, qui tend à privilégier les conditions sociales sur les conditions de travail, ni de l'approche pragmatique et technicienne faite d'expérimentations, de réalisations pratiques et de législation sociale qui caractérise l'enracinement de l'hygiénisme industriel, malgré ses très importantes limites, sous la Troisième République⁵. C'est cette complexité et cette originalité de l'approche de Freycinet que je voudrais essayer de souligner.

Un ingénieur dans le tournant de l'hygiénisme des années 1860

Les fondements scientifiques et techniques des recherches de Freycinet

Les années 1860 au cours desquelles Charles de Freycinet consacre une grande partie de son temps et de sa réflexion à l'assainissement industriel et urbain présentent des caractéristiques spécifiques. Elles constituent un moment de révision de la nomenclature des établissements classés avec avis demandé au Comité Consultatif des Arts et Manufactures (CCAM) sur demande du bureau sanitaire de la Direction du commerce intérieur⁶. La législation sur les établissements classés résulte du décret du 15 octobre 1810. La nomenclature du 31 décembre 1866 est issue

1. G. Massard-Guilbaud, *Histoire de la pollution industrielle. France, 1789-1914*, Paris, EHESS éd., 2010, p. 224-241.

2. S. Barles, *La ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain, XVIII^e-XIX^e siècles*, Seyssel, Champ Vallon, 1999 ; *L'invention des déchets urbains. France, 1790-1970*, Seyssel, Champ Vallon, 2005, p. 87-89.

3. C. Moriceau, *Les douleurs de l'industrie. L'hygiénisme industriel en France, 1860-1914*, Paris, EHESS, 2009, p. 11-19.

4. M. Vernois, *Traité pratique d'hygiène industrielle et administrative*, 1860, 2 vol.

5. S. Frioux, *Les batailles de l'hygiène*. De Pasteur aux Trente Glorieuses, Paris, PUF, 2013.

6. E. Baret-Bourgoin, « Classifications et insalubrité industrielle en France au XIX^e siècle », *Nomenclatures et classifications : approches historiques, enjeux économiques*, INRA, *Actes et communications*, n° 21, 2004, p. 305-322.

de cette révision, elle-même inspirée d'un travail accompli en Belgique. Le besoin de renouvellement sur des bases scientifiques neuves était alors très important puisque la précédente nomenclature datait de 1815 avec un tableau complémentaire de 1825⁷. Toutefois, la nomenclature de 1866, élaborée dans un moment de forte industrialisation, s'inscrit dans une démarche de libéralisation des activités industrielles : l'administration entendait accorder sa confiance aux ingénieurs et aux industriels pour résoudre eux-mêmes, par des procédés techniques, les problèmes de pollution auxquels ils étaient confrontés, avec l'idée que c'était aussi leur intérêt puisqu'ils s'éviteraient ainsi de nombreux conflits avec le voisinage.

Au-delà de la révision de la nomenclature sur les établissements classés, les missions confiées à Freycinet relèvent de la plus pure tradition hygiéniste : l'environnement urbain et les conditions de vie exigent un assainissement urbain aux multiples facettes dont Alexandre Parent-Duchâtelet avait déjà tracé les contours dans les années 1820 et 1830 en s'intéressant à la fois aux questions sociales (la prostitution, les conditions de travail des ouvriers), aux moyens de désinfection dans certaines activités (comme l'équarrissage), et à l'assainissement des villes touchées par les rejets industriels. Au début des années 1860, la dangerosité de nombreuses activités industrielles est connue, par exemple les effets des poussières dans les ateliers textiles, de la fabrication de la céruse ou du phosphore blanc pour les allumettes⁸. Des traités complets d'hygiène publique et industrielle ont été édités récemment, notamment le *Traité d'hygiène publique* et privée de Michel Lévy en 1844-45, réédité en 1850, 1857 et 1869, le *Traité élémentaire d'hygiène privée et publique* d'Alfred Becquerel en 1851 avec des rééditions en 1854, 1864 et 1867 et le *Dictionnaire d'hygiène publique et de salubrité* d'Ambroise Tardieu en 1852-1854, réédité et complété en 1862. Toutefois, ces œuvres sont l'œuvre de médecins et sont donc logiquement centrées davantage sur la détermination

des problèmes de santé causés par les conditions de vie et de travail que sur la recherche de solutions techniques pour limiter les pollutions. Lévy et Tardieu font partie du CCAM, mais la contribution attendue d'un polytechnicien et ingénieur des mines tel que Freycinet est de nature différente et complémentaire.

Les missions confiées à Freycinet

À la fin de l'année 1862, Charles de Freycinet, qui a notamment travaillé pour la Compagnie des chemins de fer du Midi, se voit confier par le secrétaire général du ministère des Travaux publics, lui-même membre du CCAM, M. de Boureuille, une mission de surveillance de la fabrication de rails destinés aux chemins de fer du Mexique doublée d'une enquête sur les moyens utilisés au Royaume-Uni « pour assainir les fabriques et les centres populeux »⁹. C'est clairement cette seconde tâche qui constitue le cœur de sa mission : elle répond aux objectifs du Second Empire pour mener une politique sociale tournée vers le monde ouvrier et les masses populaires urbaines. Les objectifs fixés à Freycinet s'inscrivent dans une démarche industrialiste de réflexion sur les conditions d'un développement économique compatible avec l'amélioration de la santé publique, elle-même considérée comme nécessaire à la puissance française. La démarche est fondée sur des enquêtes comparatives dans les pays qui connaissent alors une forte croissance industrielle : Angleterre, Belgique et Prusse rhénane. Le chimiste Eugène Chevreul, directeur du CCAM, l'explique très clairement dans un article du *Journal des savants* qui tire le bilan des travaux et publications de Freycinet entre 1862 et 1870¹⁰. *Le Rapport sur l'assainissement des fabriques ou des procédés d'industries insalubres en Angleterre* publié en 1864 à la demande du ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics est le résultat d'une commande de ce dernier après avis du CCAM (décision ministérielle du 1^{er} décembre 1862 et directive du 9 avril 1863). Après le retour d'Angleterre à la fin de 1863 et la rédaction

7. G. Massard-Guilbaud, *Histoire de la pollution industrielle*, op. cit., p. 269.

8. B.-P. Lécuyer, « Les maladies professionnelles dans les *Annales d'hygiène publique et de médecine légale* ou une première approche de l'usure au travail », *Le Mouvement Social*, juillet-septembre 1983, p. 45-69; L. Lestel, « La production de céruse en France au XIX^e siècle : évolution d'une industrie dangereuse », *Techniques & Culture* [En ligne], 38 | 2002, mis en ligne le 29 avril 2005.

9. C. de Freycinet, *Souvenirs*, 1878, vol. 1.

10. E. Chevreul, compte rendu du *Traité d'assainissement industriel* dans *Journal des savants*, Paris, Imprimerie Nationale, 1871, p. 309-326.

d'un premier rapport, les mêmes instances, très satisfaites, en demandent deux autres par décision ministérielle du 2 janvier 1864 : cela aboutit à la publication en 1865 du *Rapport sur l'assainissement industriel et municipal dans la Belgique et la Prusse rhénane*, puis en 1866 du *Rapport sur l'assainissement industriel et municipal en France*, dont le volume est équivalent aux deux précédents réunis.

Les années durant lesquelles Freycinet effectue ces recherches correspondent à une mutation importante des législations et des pratiques en Angleterre et en Belgique. C'est pourquoi des compléments sont demandés par décision ministérielle du 9 juin 1866, ce qui donne lieu à la publication en 1867 d'un *Rapport sur la réglementation du travail des enfants et des femmes dans les manufactures de l'Angleterre* et d'un *Rapport sur l'emploi des eaux d'égout de Londres*, puis en 1868 d'un *Rapport supplémentaire sur l'assainissement industriel et municipal en France et à l'étranger*. De tous ces textes, Charles de Freycinet tire finalement ses deux traités plus synthétiques et comparatifs publiés en 1870 qui marquent l'aboutissement définitif de son projet et constituent un bilan de la situation sanitaire en France et dans les grands pays industrialisés peu de temps avant la guerre franco-prussienne : *Traité d'assainissement industriel* et *Principes de l'assainissement des villes*. Toutefois, cette approche synthétique n'est pas une initiative personnelle : c'est encore une fois le CCAM qui a passé commande des ouvrages par une délibération du 21 juillet 1869. Ces recherches doivent déboucher sur des propositions pratiques destinées à la fois au CCAM, au gouvernement et, idéalement, aux acteurs locaux (pouvoirs publics, industriels, ouvriers...). Le soutien à l'industrialisation et au mode de vie industriel, malgré les nuisances et pollutions de toutes natures, ne fait aucun doute.

Le contexte international

Parmi les sources d'inspiration, le modèle anglais est le plus prégnant. Pour une grande

part, Freycinet propose d'appliquer en France les méthodes et préconisations anglaises. Cela peut étonner d'autant plus que la France est réputée avoir eu une politique industrielle beaucoup plus précoce que l'Angleterre et être, par les institutions dont elle s'est dotée depuis la période révolutionnaire (CCAM, conseils d'hygiène et de salubrité), beaucoup plus centralisatrice. Si cette assertion est vraie pour la première moitié du XIX^e siècle, elle l'est beaucoup moins au-delà. Certes, la première mission anglaise de Freycinet au cours de l'année 1863 est antérieure aux *Factory Acts* et au *Sanitary Act* adoptés en Angleterre entre 1864 et 1867. Toutefois, dès 1862 se sont réunis plusieurs commissions et comités parlementaires à l'origine de textes fondamentaux et il est probable que c'est justement cette effervescence de la réflexion sur les pollutions qui a attiré l'attention des membres du CCAM. Un comité anglais traitant de la question des déchets urbains présente deux rapports en 1862, suite à des travaux entamés depuis 1857. Les dénonciations de la pollution des rivières deviennent aussi beaucoup plus fortes, notamment parce que la puanteur et la noirceur de la Tamise gênent les industriels eux-mêmes. Aussi, une commission parlementaire se réunit en 1862 pour discuter des possibilités de recyclage des eaux d'égout sous forme d'engrais. L'*Alkali Act* de 1863, élaboré par un comité parlementaire, entend limiter les émanations de vapeurs toxiques¹¹.

Un autre modèle est celui de la Belgique où la prise de conscience s'est aussi accentuée au cours des années 1850, conduisant à créer le 3 septembre 1855 le Conseil supérieur d'hygiène publique de Bruxelles, une inspection centrale des industries belges formée de quatre puis trois agents supérieurs rattachés au gouvernement. Un arrêté royal du 29 janvier 1863 renforce les possibilités de contrôle en instaurant notamment une possibilité d'intervention des autorités locales pour la police des établissements dangereux, insalubres ou incommodes. Si le modèle français est clairement indiqué par la dénomination du texte, l'esprit en diffère notablement puisque les

11. C.-F. Mathis, *In Nature We Trust. Les paysages anglais à l'ère industrielle*, Paris, PUPS, 2010, p. 219-262 et *passim*.

nuisances subies par le voisinage ne sont pas le seul critère d'intervention: « l'intérêt des ouvriers attachés à l'établissement » doit également être pris en considération¹².

Dans les années qui suivent les premières enquêtes, la législation évolue partout relativement rapidement et Freycinet s'en fait l'écho: alors que l'Angleterre et la Belgique se dotent de dispositifs leur permettant de mieux encadrer les pollutions et deviennent donc plus interventionnistes, la France libérale au contraire sa politique sans pour autant renoncer à trouver un juste équilibre entre les exigences économiques et la protection des populations face aux nuisances de toutes natures. Cependant, Freycinet évite toute prise de position politique directe et ne propose pas d'introduire systématiquement en France des lois inspirées de celles élaborées par les Anglais. L'enjeu est différent: il s'agit de comprendre quels sont les problèmes sanitaires qui amènent ces réformes anglaises afin de pouvoir adapter des solutions techniques qui se rapprochent de celles induites par les règles britanniques, indépendamment de contraintes législatives. Freycinet, en bon serviteur du CCAM, croit davantage à la pédagogie et à la prévention qu'à la réglementation et à la répression.

Salubrité versus insalubrité: les fondements de la pensée de Freycinet

Une vision globale des rapports entre les sociétés urbaines et leur environnement

La structure des rapports de Freycinet obéit à une logique identique: étude des opérations insalubres pour les ouvriers, analyses de l'infection de l'atmosphère générale, puis de l'infection des atmosphères limitées telles que les galeries d'égout, les fosses d'aisance, les abattoirs, enfin présentation de

l'infection des eaux et des sols. L'approche est fortement teintée de néo-hippocratismes, selon une tradition très ancienne réactivée au XVIII^e siècle dans les constitutions et topographies médicales. La méthode conviendrait parfaitement à la médecine des lieux dans la tradition ramazzinienne¹³: chaque espace confiné crée une atmosphère spécifique et la somme de toutes ces atmosphères constitue le milieu urbain, traversé par les substances chimiques résultant des activités de la société (fabrication, transformation, consommation...). La nouveauté vient du fait que Freycinet applique à cette vision classique de la ville sa parfaite connaissance des procédés physico-chimiques et techniques. Ainsi ne se contente-t-il pas de dénoncer les dangers du méphitisme mais explique-t-il quelles sont les substances chimiques en cause et comment les neutraliser.

Dans ses deux ouvrages de synthèse, Freycinet va encore plus loin en présentant l'amorce d'un modèle de fonctionnement de la ville industrielle: non seulement le « milieu industriel » ne s'arrête pas aux portes de l'usine, ce qui oblige à une prise en compte de la ville comme entité écologique globale, mais l'espace urbain tel qu'il le présente est constitué de multiples lieux dynamiques, en rupture avec le caractère relativement figé du modèle topographique. La démarche ultime de Freycinet traduit donc un élargissement du regard par cercles concentriques. Partant de l'étude de la salubrité intérieure des ateliers (l'hygiène des ouvriers), elle se poursuit par les questions de salubrité extérieure dans les environnements industriels (dégagements gazeux, résidus solides et liquides). Dans l'ouvrage consacré à l'assainissement urbain, Freycinet analyse les circulations de liquides dans les villes (distribution d'eau pure, évacuation des eaux usées par les égouts, épuration des eaux d'égouts), puis les vidanges, la protection de la voie publique et les sépultures. Alors que la santé sur les lieux de travail préoccupait encore secondairement les médecins et administrateurs des Lumières, malgré les travaux pionniers de Ramazzini et de Fourcroy¹⁴, et

13. J. Vincent, « Ramazzini n'est pas le précurseur de la médecine du travail. Médecine, travail et politique avant l'hygiénisme », *Genèses*, 2012/4, n° 89, p. 88-111.

14. T. Le Roux, « La mise à distance de l'insalubrité et du risque industriel en ville: le décret de 1810 mis en perspectives (1760-1840) », *Histoire & Mesure*, n° 24-2 « Mesurer la ville », 2009, p. 31-70.

alors que la législation de 1810 concernait seulement les espaces environnant les établissements classés, c'est désormais l'atelier qui constitue la cellule de base de l'organisme urbain.

Le paradigme des procédés Leblanc - Gossage

Au fondement des travaux de Charles de Freycinet émerge la figure majeure d'Eugène Chevreul, président du CCAM. Or, le compte rendu que cet illustre savant donne du *Traité d'assainissement industriel* dans le *Journal des savants* en 1871 va bien au-delà de la simple lecture analytique : il révèle la philosophie générale du projet porté par le CCAM dans sa démarche d'utilisation des enquêtes en vue de mener une politique industrielle en France. Le récit que donne Chevreul de la découverte du procédé Leblanc en 1789 a valeur de paradigme : c'est un véritable récit de fondation des rapports entre la science et la technique qui va au-delà de l'hommage rendu à une découverte jugée majeure. Selon Chevreul, le décret de 1810 est directement le résultat du nouveau procédé découvert par Leblanc et par son préparateur Dizé au début de la Révolution : « on venait d'établir en grand la préparation de la soude dite artificielle, en

décomposant d'abord le sel marin par l'acide sulfurique, puis le sulfate de soude, produit de cette opération, en sel de soude (sous-carbonate de soude) au moyen du charbon et de la craie chauffés dans des fours à réverbère. » Or cette opération provoquait des dégagements d'acide chlorhydrique, alors appelé acide muriatique et dont l'usage était important pour la désinfection depuis que le procédé des « fumigations » à l'acide muriatique avait été popularisé par Guyton de Morveau¹⁵. Ces rejets étaient néfastes à la végétation, soit directement sous forme de gaz, soit mêlés à l'eau de l'atmosphère et retombant en pluies acides. L'acide dégagé avait cependant lui-même une valeur industrielle. De nombreux procédés industriels du XIX^e siècle découlent de cette découverte fondamentale. Les enquêtes menées par Freycinet s'inscrivent toutes dans cet héritage et sont l'expression parfaitement consciente d'un choix de développement axé sur les transformations chimiques en chaîne dont le caractère démiurgique est accepté – la chimie réalise le rêve de l'alchimie – mais dont les conséquences doivent être contenues par un recyclage des dérivés et résidus, jusqu'à les contenir dans des limites jugées acceptables¹⁶.

Or, si la période de la naissance de la chimie et de l'invention de la machine à vapeur constitue un moment fondateur, dans le

15. L.-B. Guyton de Morveau, *Traité des moyens de désinfecter l'air, de prévenir la contagion et d'en arrêter le progrès*, s. l., an IX, rééd. Paris, Bernard, an XI.

16. J.-B. Fressoz, *L'apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Paris, Seuil, 2012.

dernier tiers du XVIII^e siècle, les années 1860 sont celles où la conscience d'un point de non-retour dans la civilisation industrielle s'est pleinement réalisée. Le débat concernant les rejets d'acide chlorhydrique dans l'atmosphère et les rivières, malgré la méthode mise au point par l'industriel anglais William Gosage – ou à cause d'elle –, est à l'origine de l'*Alkali Act* en Angleterre. Ce procédé inventé dans les années 1830 à Widness n'est qu'un perfectionnement de la méthode Lesage afin de récupérer plus facilement sous forme liquide l'acide produit par l'industrie de la soude : les gaz acides sont retraités dans de vastes condenseurs, tours aux parois intérieures imprégnées de goudron et remplies de coke où ruisselle de l'eau froide qui absorbe les vapeurs chaudes ascendantes. Le chlore obtenu pouvait ainsi être utilisé directement dans l'industrie textile. Cependant, la belle construction intellectuelle du recyclage se heurte à la cruelle réalité : la transformation des dérivés obtenus n'élimine pas les graves nuisances portées à l'environnement, elle en crée au contraire de nouvelles, car les rejets accidentels ou volontaires des excédents restent nombreux et d'autres dérivés se révèlent également néfastes. Le problème se pose dans les mêmes termes avec la colonne de Gay-Lussac capable de limiter les émanations de vapeurs nitreuses (oxydes d'azote) dans les fabriques d'acide sulfurique. Freycinet se fait l'écho précis de ces débats dans les différents pays européens : s'il approuve les procédés utilisés et encourage le gigantisme des hautes tours davantage capables de condenser des quantités importantes de gaz, il ne peut ignorer la difficulté de mise en œuvre des solutions conçues par les ingénieurs-chimistes.

préoccupation industrielle, notamment par les clauses concernant la salubrité urbaine. Le principe de la « circulation continue » que défend Freycinet est hérité de conceptions anciennes selon lesquelles le mouvement est nécessaire à l'assainissement de l'eau. Ce qui est plus neuf, c'est la mise en œuvre fondée sur trois étapes : la distribution d'une eau qualifiée de « pure », le drainage et l'évacuation de l'eau sale par des égouts et surtout l'épuration par divers procédés avant restitution aux rivières. La circulation continue est notamment préconisée par le *general Board of Health* à partir de 1849 et inspirée par les propositions d'Edwin Chadwick dans les années 1840 sur le recyclage des eaux d'égouts en engrais.

Comme tous ses contemporains, Freycinet observe avec clairvoyance la pollution des rivières, des sols et de l'air qui s'intensifie avec l'accroissement de l'urbanisation et de l'industrialisation. La généralisation de l'usage du gaz d'éclairage constitue un facteur supplémentaire de pollution des sols et de l'atmosphère à cause des fuites nombreuses et des rejets de lait de chaux et d'hydrogène sulfuré au cours des opérations de traitement du gaz. Ces contaminations font l'objet de remarques de Chevreul dès 1846¹⁷. Poursuivant cette analyse, Freycinet décrit la ville comme un lieu insalubre par les conditions même de son développement : le manque de lumière et d'oxygénation du sol limite les combustions organiques et entraîne des dégagements dangereux d'hydrogène sulfuré dont on sait qu'il est, par l'odeur pestilentielle qu'il dégage et par sa forte toxicité, le gaz qui a donné corps de la façon la plus éclatante au principe des miasmes délétères¹⁸.

Un paradigme plus global : la « circulation continue »

Postérieur à l'*Alkali Act*, le *Sanitary Act* de 1866, auquel Freycinet prête une grande importance dès son *Rapport supplémentaire*, ouvre des perspectives plus larges que la seule

Le vocabulaire utilisé par Freycinet mobilise le champ sémantique de l'infection d'une façon assez traditionnelle. Toutefois, cela débouche sur une très notable attention à tous les phénomènes organiques qui relèvent de la chimie : la ville est plus que jamais perçue comme le lieu de la putréfaction et de la décomposition des corps. Or, et c'est un

17. E. Chevreul, « Mémoire sur plusieurs réactions chimiques qui intéressent l'hygiène des cités populeuses. Lu à l'Académie des sciences le 9 et le 16 novembre 1846 », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, t. XXIV, 1854, p. 211-263.

18. S. Piattoli, F. Vicq d'Azyr, *Essai sur les lieux et les dangers des sépultures*, Paris, Didot, 1778.

caractère novateur du discours, ces phénomènes y sont rendus incomplets par le caractère artificiel du milieu urbain limitant ou bloquant les processus naturels. Le rôle des ingénieurs est donc de proposer des solutions qui rétablissent artificiellement des circulations organiques « naturelles » empêchées par la concentration des hommes, des activités et des aménagements afin que se produisent des réactions chimiques considérées comme bénéfiques. Si la conception de la maladie est encore pré-microbienne, les conditions intellectuelles d'un changement de paradigme sont remplies comme le montre cette maxime : « C'est aujourd'hui un fait reconnu que les eaux les plus limpides peuvent cependant être très malsaines quand elles ont subi le contact des matières organiques en décomposition »¹⁹. Reconnaître que la fermentation des matières en suspension dans l'eau est la cause de maladies, c'est emprunter une voie intellectuelle féconde : la question du rôle des agents vivants dans la fermentation est alors au cœur des recherches de savants comme Liebig, Pasteur et Marcellin Berthelot.

Freycinet, ingénieur engagé ?

Un libéral de conviction ou de raison

Le double idéal de recyclage des substances industrielles et de mise en mouvement des éléments participant au métabolisme urbain renvoie aux principes d'une économie dynamique fondée sur des principes libéraux. Freycinet considère certes que l'État doit intervenir pour créer un cadre assurant la sécurité des citoyens et rappelle l'utilité de certaines lois : décret de décentralisation du 25 mars 1852 comportant des instructions techniques sur la hauteur des cheminées des fabriques d'acide sulfurique, sur l'interdiction de l'emploi de mélanges explosifs et sur les moyens de limiter l'infection des matières organiques ; décret du 18 avril 1866 sur la fabrication, le stockage et la commercialisation des huiles de vidange. Toutefois, c'est en encourageant le

rôle du savant et de l'ingénieur et en aidant à diffuser l'innovation que l'intervention de l'État est la plus légitime, à travers justement des organismes tels que le CCAM... En conséquence, Freycinet, tout en évoquant avec beaucoup d'humanité le sort des ouvriers, montre un respect scrupuleux pour la propriété privée et entend donc s'appuyer sur la figure de l'industriel éclairé pour améliorer la situation : « À côté du résultat hygiénique qu'il poursuivait, se place un résultat financier qu'il n'attendait pas »²⁰. Freycinet justifie un libéralisme très large dans l'enceinte des usines en considérant que ce qui s'y passe relève d'un contrat entre le patron et les ouvriers qui doit permettre d'atteindre une « loi naturelle de l'assainissement ». Toute contrainte réglementaire excessive limiterait l'ingéniosité et nuirait aux progrès de la salubrité²¹. Le texte même

19. Charles de Freycinet, *Principes de l'assainissement des villes...*, 1870, p. 50.

20. C. de Freycinet, *Traité d'assainissement industriel*, 1870, p. 5.

21. *Ibid.*, p. 7.

de Freycinet, par sa précision et son foisonnement, est l'expression de cette confiance dans l'initiative privée. Les exemples y sont nombreux, mais au-delà des grands principes, tels que ventilation et recyclage, chaque technique présentée est adaptée à une expérience locale. C'est d'ailleurs la diversité des procédés exploitables et l'encouragement à l'innovation qui justifient la légèreté des règles imposées. Sans doute y a-t-il au cœur de ce raisonnement un rejet des règlements corporatistes qui sont considérés comme un des blocages de l'innovation dans l'Ancien Régime.

Freyrcinet se montre aussi très attentif à l'hygiène des ateliers, bonne introduction à l'hygiène globale. Dans une période encore pré-microbienne, il évoque l'infection susceptible de se développer dans les lieux de

travail et les moyens de la combattre par des substances chimiques telles que les lavages au chlorure de chaux et à l'acide phénique ou les fumigations au chlore gazeux. L'objectif est de lutter contre les matières en putréfaction susceptibles de propager des épidémies. L'hygiène des ouvriers est encouragée par divers procédés désinfectants pour le corps, notamment avant les repas qui doivent être pris dans des lieux éloignés des substances toxiques. Le changement fréquent de vêtement est préconisé pour limiter les contacts avec les substances toxiques. Freycinet réfléchit aussi au temps d'exposition des ouvriers aux substances dangereuses, comme dans les manufactures de caoutchouc soufflé, nombreuses à Paris²². Il recommande la protection des machines pour éviter les accidents du travail, de même que la prescription de règlements intérieurs sur le modèle anglais initié par une loi du 25 juillet 1866. Enfin, il rappelle l'importance de la législation du travail mise en place depuis 1841 mais regrette qu'elle soit peu et mal appliquée faute d'un corps d'inspecteurs spécialisés.

Un partisan du tout-à-l'égout

Le problème de l'assainissement urbain fait l'objet des développements les plus poussés et les plus originaux du *Principe de l'assainissement des villes*. La gestion des vidanges sèches et le choix de l'implantation des cimetières²³ sont des sujets traditionnels rejetés dans la seconde partie du livre alors que la première partie est consacrée à ce qui représente l'avenir : le développement d'un circuit de l'eau complet et bouclé. Les vidanges qui subsistent dans les villes françaises apparaissent comme un problème majeur de salubrité. A Grenoble, la putréfaction est davantage incriminée par les habitants que toute autre forme de nuisance²⁴. Les progrès accomplis pour désinfecter les matières par des procédés chimiques (utilisation du phosphate de magnésie et du phosphate de fer) ou mécaniques (système hydrobarométrique) sont incapables de régler le problème de fond.

22. C. de Freycinet, *op. cit.*,
1870, p. 61.

23. M. Lasserre, *Villes et cimetières de France, de l'Ancien Régime à nos jours*, Paris, L'Harmattan, 1997.

24. E. Baret-Bourgoin, *La ville industrielle et ses poisons, Les mutations des sensibilités aux nuisances et pollutions industrielles à Grenoble, 1810-1914*, Grenoble, Presse Universitaires de Grenoble, 2005.

Critiquant les vidanges et surtout la fabrication de poudrette qu'il considère comme un énorme gaspillage puisque 90 % des matières fertilisantes partent dans l'atmosphère, Freycinet se montre partisan du tout-à-l'égout²⁵.

Selon lui, seules les eaux ammoniacales qui dégagent des odeurs insupportables doivent être retraitées avant leur évacuation. Or, les administrateurs et les ingénieurs français du Second Empire manifestent des réticences encore fortes au principe du tout-à-l'égout par crainte de l'infection que pourraient causer les eaux ménagères et les matières fécales. Les expériences anglaises et quelques cas français (Montpellier et Nancy notamment) tendent à prouver que ces peurs sont infondées. Freycinet ne nie pas l'importance des problèmes rencontrés à cause de la pente insuffisante et du manque de ventilation des galeries, ce qui crée des fuites, des infiltrations et des exhalaisons de gaz. Toutefois, il se montre globalement optimiste et décrit les égouts de Paris réalisés par l'ingénieur Belgrand comme une œuvre quasiment parfaite, regrettant en revanche leur sous-utilisation à cause des préjugés sur les causes d'infection²⁶. Les drainages perméables, moins répandus et moins spectaculaires, constituent une solution complémentaire. Les villes étant souvent implantées dans des sites humides qui nécessitent la recherche d'un équilibre hydrique, l'eau drainée peut être réutilisée pour alimenter des plantations d'arbres et des jardins, ou évacuée sous les zones bâties et périurbaines. En outre, le drainage favorise l'aération et l'oxygénation des sols, un des objectifs majeurs de l'assainissement pour éviter l'infection. Freycinet est donc très attentif au caractère organique des sols.

Les épandages, ou la « naturalité » de la ville

Comme pour l'industrie, Charles de Freycinet est amené à penser la façon dont les résidus urbains transportés par les égouts peuvent être réutilisés et recyclés, à la fois dans un

souci de santé publique, notamment pour éviter les épidémies de choléra et d'autres fièvres gastriques, et dans un souci économique : la perte des matières organiques occasionne des pertes financières et un appauvrissement des sols arables par retour systématique de ces matières aux fleuves et à la mer. La transformation en engrais peut s'opérer soit par des procédés chimiques séparant l'eau des principes fertilisants, soit par un épandage liquide direct. Freycinet considère que les procédés chimiques expérimentés en Angleterre, à Bruxelles et à Paris (utilisation de chaux, de chlorure de chaux, de perchlorure de fer, de sulfate d'alumine et d'acide phénique) n'ont pas fait la preuve de leur efficacité à une échelle suffisamment large, aussi bien d'un point de vue agricole que sanitaire²⁷. Il insiste particulièrement sur la persistance de matières en suspension dans l'eau après les traitements, cause d'insalubrité après rejet dans les rivières. A Paris, des ingénieurs des Ponts et Chaussées (Millet et Durand-Claye) et des mines (Le Chatelier) ont tenté le traitement des eaux d'égout par le sulfate d'alumine ferrugineux, avec des bassins de dépôt édifiés sur le principe des digues filtrantes. Or, malgré la confiance accordée à leurs expériences, Freycinet reste dubitatif sur l'efficacité du procédé du point de vue de la salubrité et sur sa rentabilité économique. Les investissements réalisés à Manchester en 1856 et à Paris, Clichy et Gennevilliers entre 1866 et 1869 s'avèrent en effet non rentables.

Une autre solution consiste à utiliser les eaux d'égout de façon naturelle pour l'arrosage des cultures et des prairies. En 1870, la question des arrosages est au cœur de la réflexion d'autres ingénieurs qui travaillent dans une perspective agronomique comme Hervé Mangon ou Jean-Augustin Barral, directeur du *Journal d'agriculture*²⁸. En Angleterre, cette question a fait l'objet d'enquêtes diligentées par le parlement car elle était considérée comme d'intérêt national, le rejet d'eaux polluées dans les rivières constituant une atteinte au droit commun. Sans renoncer aux expé-

25. C. de Freycinet, *Principes de l'assainissement des villes...*, p. 61.

26. C. de Freycinet, *Principes de l'assainissement des villes...*, p. 127.

27. S. Barles, *L'invention des déchets urbains*. France (1790-1970), Seyssel, Champ Vallon, 2005, p. 88.

28. J.-A. Barral, *Drainage, irrigation, engrais liquide*, Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1856-1860, 4 vol. ; H. Mangon, *Expériences sur l'emploi des eaux dans les irrigations sous différents climats et sur les limons charriés par les cours d'eau*, Paris, Dunod, 1869.

rimentations sur des procédés chimiques, les ingénieurs français et anglais s'accordent à considérer qu'une épuration complète ne peut être obtenue que par les arrosages. Pour que le procédé soit efficace, il doit répondre à certaines conditions : les eaux d'égout doivent être « fraîches », c'est-à-dire non corrompues avant tout usage agricole ; le collecteur doit avoir une pente au moins égale à celle recommandée pour les égouts et doit être couvert ; les ruptures de charge doivent être le plus souvent possible évitées ; les systèmes gravitaires doivent être privilégiés. L'interprétation du phénomène s'inscrit dans les recherches sur le caractère épuratoire des végétaux en lien avec les travaux des botanistes et des chimistes sur la nutrition des plantes. Le sol ne suffit pas car le colmatage des terres argileuses arrive rapidement à saturation sans le rôle de la végétation. Les prairies sont les formations végétales les plus adaptées pour recevoir les eaux d'égout dans la mesure où il n'y a aucun risque de contamination comme avec les cultures maraîchères. En revanche, le procédé nécessite de prévoir un drainage après arrosages pour éviter la stagnation de grandes quantités d'eau. L'éloignement des villes est également préconisé car les infiltrations peuvent contaminer nappes souterraines et puits. Les doses jugées acceptables varient entre 5 000 et 20 000 mètres cubes par hectare, ce qui correspond à environ un hectare et demi arrosé pour 500 habitants. Cette eau enrichit la production et a donc une valeur marchande, variable selon sa teneur en matières fertilisantes, le climat et les besoins, ce qui permet d'envisager la cession des systèmes de distribution à des entrepreneurs privés.

Ces analyses théoriques mettent en avant la difficulté technique des réalisations que traduisent les échecs rencontrés à Londres et à Bruxelles et les problèmes auxquels se heurtent les projets parisiens : le coût des équipements, l'importance des champs d'épandage nécessaires au succès des opérations, la nécessité de trouver un double débouché pour les eaux d'égout - des espaces à colmater appartenant à la compagnie ges-

tionnaire et des champs privés pour vendre l'eau. Dans le cas français, le maintien des vidanges sèches ne rend pas encore l'opération rentable. Le détour par l'exemple milanais acquiert dans ce contexte une portée particulière puisque les eaux d'égout servent effectivement à l'arrosage d'un millier d'hectares de prairies en aval de la ville après plusieurs siècles d'aménagements, tout en assurant une bonne salubrité des lieux. Dans le cadre d'une agriculture méditerranéenne, l'eau permet de réchauffer le sol en hiver et d'irriguer en été. La terre colmatée s'exhausse et doit être « écroutée », ce qui permet de récupérer un engrais vendu à son tour. Freycinet se montre donc admiratif d'un système d'origine médiévale qui ne nécessite aucune machinerie complexe, ni aucun réactif chimique et qui est adapté à un environnement spécifique. C'est la nature même qui assainit tout en produisant une richesse au fondement de la prospérité agricole du Milanais.

Les propositions de Freycinet sur le tout-à-l'égout et les épandages sont celles qui eurent l'application la plus complète et la plus rapide. Elles entraient en effet dans le cadre de travaux menés par des membres du réseau d'ingénieurs français dont Freycinet était proche : Eugène Belgrand, Adolphe-Auguste Mille et Alfred Durand-Claye²⁹. Dans son cours d'hydraulique agricole et de génie rural publié par son élève Félix Launay, Alfred Durand-Claye rend compte de la réussite des arrosages dans la plaine de Gennevilliers, après les travaux qui ont suivi les premières expériences de la fin du Second Empire³⁰. L'hommage à Freycinet peut sembler un peu forcé car ce dernier appuyait lui-même ses raisonnements, en 1870, sur des travaux menés par le même Alfred Durand-Claye en France et par Edward Franckland en Angleterre. Il montre toutefois que la défense du tout-à-l'égout dans les *Principes d'assainissement urbain* a contribué à convaincre les pouvoirs publics de la rationalité du procédé. Le ministère des Travaux publics a joué un rôle important en obligeant la ville de Paris à poursuivre l'assainissement de la Seine et en l'incitant à choisir la solution des épandages. L'im-

29. G. Jorland, *Une société à soigner. Hygiène et salubrité publiques en France au XIX^e siècle*, Paris, Gallimard, 2010, p. 277.

30. A. Durand-Claye, *Hydraulique agricole et génie rural. Leçons professées à l'école des Ponts et Chaussées et rédigées par Félix Launay, ingénieur des Ponts et Chaussées*, Paris, Octave Doin, 1892, t. 2, p. 673-680. 31. J.-B. Frescoz, « Circonvenir les circumfusa. La chimie, l'hygiénisme et la libéralisation des choses environnantes : France, 1750-1850 », *RHMC*, 56-4, octobre-décembre 2009, p. 39-76.

pulsion principale a été donnée en 1875 alors qu'Eugène Caillaux, polytechnicien et ingénieur des Ponts et Chaussées, était ministre des Travaux publics. Alors que Freycinet occupe à son tour cette fonction entre 1877 et 1879, Georges Bechmann, autre polytechnicien et ingénieur des Ponts, est détaché à la ville de Paris: c'est à ce titre qu'il parachève

les travaux du tout-à-l'égout jusqu'aux premières années du xx^e siècle et encourage les réalisations provinciales. La vente des eaux d'égout est un succès économique qui permet d'arroser près de 800 hectares de terres maraîchères sur la commune de Gennevilliers en 1892.

Conclusion

Si les travaux menés par Freycinet sont caractérisés par une ampleur de vue et une capacité de synthèses des connaissances de son époque sur l'assainissement, leur apport scientifique propre est modeste. Freycinet n'est pas un chercheur, mais il s'impose comme une des grandes figures de l'expertise technique urbaine et industrielle du Second Empire: c'est ce qui lui confère un rôle direct à la fois dans la révision de la nomenclature des établissements classés en 1866 – nomenclature dont il souligne lui-même le caractère libéral par la sortie de nombreuses activités –, puis dans la mise en œuvre du tout-à-l'égout et des épandages à Paris et dans sa banlieue. Par sa réflexion, Freycinet ouvre incontestablement des perspectives plus larges que celles qui préoccupaient l'administration depuis la loi de 1810. Il réalise même un changement majeur de perspective en renversant le regard porté sur l'insalubrité des fabrications, d'une part, et en replaçant l'industrie dans l'organisme urbain de façon globale, d'autre part. Contrairement à la tendance générale des autorités nationales et locales, il focalise l'attention sur la responsabilité de ceux qui détiennent le pouvoir économique et le pouvoir administratif, sans attendre les plaintes qui peuvent venir de particuliers lésés. Il le fait dans un esprit libéral avec une volonté de concilier intérêt général et libertés individuelles.

La libéralisation des « choses environnantes » n'est certes pas nouvelle et s'est manifestée dans le siècle qui a précédé les missions de Freycinet. Cependant, dans les années 1860, l'heure n'est plus aux tâtonnements mais à un premier bilan. Personne n'envisage alors sérieusement un retour en arrière ni un autre modèle technique de développement industriel, mais les modalités de gestion des rapports entre les hommes et la nature nécessitent plus que jamais des arbitrages qui tiennent compte à la fois des exigences de l'économie, de la salubrité urbaine et de la santé publique. L'intervention sur la nature doit se faire en tenant compte de la question sociale – d'où l'importance des questions de santé publique – sous peine d'échec à plus ou moins long terme, ce qui interroge les principes et la fonction du libéralisme. La recherche de la simplicité et de l'efficacité dans les interventions humaines, avec le concours des procédés considérés comme les plus naturels, est une constante du raisonnement: se fondant sur des exemples historiques, Charles de Freycinet entend naturaliser la technique et promouvoir une modernisation conçue comme un perfectionnement constant des procédés offerts par la nature même.