

Experts et qualité de l'eau de la Seine au XIXe siècle (actions 6.7 et 6.8)

Laurence Lestel¹

¹ CDHT-CNAM, 5 rue du Vertbois, 75003 Paris, lestel@cnam.fr

| | |
|--|---|
| Experts et qualité de l'eau de la Seine au XIXe siècle (actions 6.7 et 6.8)..... | 1 |
| 1. Introduction..... | 1 |
| 2. La qualité de l'eau de Paris dans la deuxième moitié du XIXe siècle..... | 1 |
| 3. L'analyse des eaux de rivières..... | 2 |
| 4. La recherche du plomb dans l'eau en 1873-74..... | 4 |
| 5. Conclusion..... | 6 |
| 6. Bibliographie..... | 7 |

1. Introduction

Une des missions de l'axe "Rétrospective" est de consolider les données contemporaines permettant de comprendre le fonctionnement de l'écosystème Seine en y intégrant la part relative à l'héritage technique et matériel de notre passé. Intégrer ces données nécessite impérativement de comprendre dans quel esprit, pour quel but elles ont été générées, de décrire le jeu social qui les entoure. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes intéressés à la genèse des critères de qualité de l'eau en France au XIXe siècle.

A l'origine de la préoccupation grandissante de l'ensemble de l'Europe vis-à-vis des eaux de rivières, est la montée en puissance des réseaux de distribution et d'évacuation de l'eau dans les grandes villes, signes de modernité et de meilleure hygiène de la ville, mais qui ne sont pas exempts d'aspects négatifs, comme en témoigne la dégradation manifeste de la qualité de l'eau de la Seine depuis les années 1840.

« L'altération des eaux courantes est due invariablement la même cause : les égouts qui viennent y déverser les eaux industrielles et ménagères » (Gérardin, 1874).

La première partie rappellera la situation de l'eau à Paris dans la deuxième moitié du XIXe siècle, tant du point de vue de l'approvisionnement que de son corollaire: le rejet des eaux polluées. Puis nous décrirons les analyses qui sont alors effectuées sur les eaux de rivières : mesure du degré hydrotimétrique et taux d'oxygène. Enfin, dans cette période d'incertitude sur l'origine hydrique des maladies, le plomb est un candidat comme un autre pour expliquer quelques épidémies jusque là incompréhensibles. Dans la dernière partie, nous nous attarderons sur la manière dont des experts ont recherché la présence d'éléments mineurs toxiques dans l'eau.

2. La qualité de l'eau de Paris dans la deuxième moitié du XIXe siècle

C'est sous le Second Empire qu'est élaboré le schéma d'organisation du réseau de distribution et d'assainissement de l'eau à Paris. En 1853, Haussmann confie à l'ingénieur Belgrand la tâche de réaliser un réseau moderne qui puisse répondre aux nouveaux besoins de la ville du XIXe siècle: une alimentation en eau indépendante des sources locales (rivières, puits) souvent contaminées, un accroissement de la consommation domestique qui s'ajoute à l'augmentation de la population, des prélèvements croissants de la part d'industries en expansion qui exigent des eaux de qualité constante et contrôlée (Guillermé, 1985, Goubert, 1986, Cébron de Lisle, 1991). L'eau "potable" provient alors du canal de l'Ourcq, au nord de Paris (construit entre 1802 et 1839), et de la Seine. En 1860, commencent les travaux d'adduction de la Dhuis et de la Vanne. Les premiers sont achevés en 1865,

les seconds en 1874. La quantité d'eau disponible est ainsi décuplée depuis le début du siècle. Une grande partie de cette eau (environ 60 %) étant réservée aux usages publics (arrosage des rues, ...), seule une fraction de cette eau sert pour les usages privés (alimentation en eau potable, prélèvements d'eau pour l'industrie), soit environ 35 l par habitant et par jour selon Figuiet, deux fois moins que la consommation londonienne à la même époque (Figuiet, 1873, p.318, Barles, 2002). Le problème n'est cependant plus alors la quantité d'eau disponible mais sa qualité: jamais l'eau de la Seine n'a inspiré autant d'inquiétude. D'après les analyses réalisées depuis le début du siècle, au gré de commissions souvent composées de chimistes: Thénard, Hallé et Tarbé en 1816, Vauquelin en 1829, Boutron et Henry, à la demande de l'administration municipale de Paris en 1848, le tournant a lieu à la fin des années 1840. L'eau de la Seine, jusque là remarquée pour sa pureté, subit une dégradation marquée sous l'effet conjugué de la montée en puissance de l'industrie parisienne, dont les rejets ont déjà condamné la Bièvre, et de la réalisation du réseau d'égout. Les eaux de l'Ourcq, qui servent à la fois au trafic fluvial et à l'alimentation en eau potable n'ont pas meilleure réputation.

D'autre part, le premier plan d'ensemble du réseau d'assainissement de Paris est mis en place à partir de 1856 (Jacquemet, 1979, Barles 1999 et 2002). Le projet consiste à réunir les eaux de Paris dans des collecteurs profonds qui conduisent les eaux dans la Seine au niveau de Clichy. Ce réseau qui accueille à ses débuts les eaux de surfaces (pluviales) et les eaux ménagères, reçoit, à partir de l'arrêté préfectoral du 2 juillet 1867, les eaux-vannes auparavant récupérées dans les fosses d'aisances, ces cuves "étanches" établies sous les maisons et dont le contenu, vidé régulièrement, est utilisé comme engrais. En novembre 1868, la mise en service d'un émissaire en siphon sous la Seine qui permet aux eaux de la rive gauche de la Seine de rejoindre les eaux de la rive droite provoque une dégradation supplémentaire de la qualité de l'eau de la Seine. Ainsi, l'amélioration de la distribution d'eau s'accompagne par une pollution, à une échelle inconnue jusqu'alors, du fleuve où l'on s'approvisionne. Il convenait donc de se doter d'instruments permettant de rendre compte de la dégradation de l'eau à sa disposition.

3. L'analyse des eaux de rivières

Depuis le XVIIIe siècle, l'analyse d'une eau, quelle soit de source ou de rivières, comprend la pesée et l'analyse du résidu solide obtenu par évaporation à sec. Dans une eau « normale », ce résidu représente de 0,1 à 0,5 g de matière par litre d'eau. Typiquement, on y recherche du sulfate de calcium, des chlorures de potassium, sodium ou de calcium, des traces de nitrates. Quelques sels insolubles dans l'eau dont le gaz carbonique a été éliminé par ébullition sont également séparés : carbonate de calcium, phosphate de calcium et silice (Troost, 1884, Bordas, 1904). Ces différentes substances sont repérées par des tests qualitatifs simples, avant d'être dosées quantitativement. Rappelons que jusqu'à Arrhenius en 1885, le chimiste n'a pas à sa disposition la théorie de dissociation des ions. Il exprime donc ses résultats en quantité de sel présent, en fait supposé présent. Il existe en effet un débat autour de cette méthode d'analyse, susceptible de changer la nature des constituants lors de l'évaporation à sec. Si du chlorure de sodium et du sulfate de calcium sont détectés dans le résidu, est-ce à dire que l'eau contenait ces mêmes sels ou bien ne pouvait-elle contenir la combinaison croisée du chlorure de calcium et du sulfate de sodium, ce qui serait plus conforme aux propriétés, par exemple médicales, reconnue à cette eau (Hamlin, 1990).

A partir de 1854, est introduite la mesure du degré hydrotimétrique. Il s'agit de mesurer la dureté ou, comme on l'appelle alors, la *crudité* de l'eau, en déterminant la quantité de sels minéraux qu'elle contient selon la méthode mise au point par le chimiste écossais Thomas Clark (1801-1867) en 1841. Elle-même dérivée du système d'analyse par les volumes de Gay-Lussac et Descroizilles, système qui a déjà doté l'industrie de l'alcalimètre, cette méthode consiste à faire mousser une solution alcoolique de savon dans l'eau à tester. Plus l'eau est "crue", plus elle contient de sels calcaires et magnésiens, plus il faut donc ajouter du savon avant que ce dernier ne parvienne à former de la mousse. La méthode est transposée en France par Antoine Boutron et Félix Boudet, tous deux membres du Conseil d'Hygiène du département de la Seine, sous le nom de procédé hydrotimétrique

(Boutron, 1856).¹ Quelques valeurs sont reportées dans le Tableau 1. Si l'eau distillée ne contient, par nature, aucun sel (0°), l'eau de la Seine, ici mesurée à Ivry en amont de Paris, ou l'eau de l'Ourcq, sont des eaux de dureté acceptable. Il n'en est pas de même pour les eaux des Prés-Saint-Gervais et de Belleville, qui ont alimenté toutes les fontaines publiques de Paris jusqu'au début du XVIIe siècle. Elles montrent une dureté exceptionnellement élevée et sont considérées dans les années 1870 comme les plus détestables qu'il soit possible de trouver (Figuier, 1873, p.314).

Mais à l'évidence, contrairement à ce qu'ont cru ces premiers analystes, cette mesure ne suffit pas à qualifier une eau. En effet, l'eau de l'Ourcq est, selon ce critère, de bonne qualité, or en 1870 « la corruption des eaux du Canal de l'Ourcq dépasse toute limite [...] Examinée dans la plaine de Pantin, cette eau se présente comme un liquide stagnant, alternativement jaunâtre, verdâtre et noirâtre, et ressemble plutôt à un ruisseau de purin de ferme qu'à l'eau d'un canal » (Figuier, 1873, p.155). En 1863, Peligot, professeur de chimie au CNAM, exprime des doutes sur la corrélation inverse alors communément admise entre dureté et qualité de l'eau. capacité de degré hydrométrique à qualifier une eau (Peligot, 1864). Au début du XXe siècle, le degré hydrotimétrique est remis à sa place : « On doit considérer le dosage de l'essai hydrotimétrique comme un moyen commode de comparaison, et c'est à ce titre seul qu'il mérite d'être conservé dans les tableaux d'analyses » (Bordas, 1904).

Tableau 1 : Les premières analyses hydrotimétriques de l'eau à Paris (1854-1855).

| Eau analysée | Lieu de prélèvement | Date | Degré hydrotimétrique |
|----------------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| Eau distillée | | | 0 |
| Neige | Paris | Décembre 1854 | 2,5 |
| Pluie | Paris | Décembre 1854 | 3,5 |
| Puits de Grenelle | Paris | 26 février 1855 | 4,5 |
| Seine au port d'Ivry | | 15 décembre 1854 | 15 |
| Seine au port d'Ivry | | 17 décembre 1854 | 17 |
| Canal de l'Ourcq | | 25 février 1855 | 24,5 |
| Prés-Saint Gervais | | | 72 |
| Belleville | | | 128 |

L'impact négatif manifeste du rejet de matières organiques par les égouts sur la qualité des eaux de rivières conduit à développer des méthodes spécifiques de dosage. En 1858 Monnier met au point un premier dosage basé sur l'oxydation de la matière organique par le permanganate de potassium. Gérardin, docteur es sciences et inspecteur des établissements classés du nord du département de la Seine, fait alors l'hypothèse que la matière organique est susceptible de réagir avec l'oxygène contenu dans l'eau de rivière. Il trouve en effet que les eaux « que l'opinion publique regarde comme notoirement infectes » ne contiennent pas d'oxygène. Pour mesurer plus commodément l'oxygène dissous sur les lieux mêmes des prélèvements et s'affranchir ainsi des contraintes de températures et de pression, il utilise la réaction très rapide de l'oxygène avec l'hydrosulfite de sodium, procédé qu'il met au point avec Paul Schützenberger, alors directeur-adjoint du Laboratoire des Hautes Etudes de la Sorbonne (Gérardin, 1874). Il peut ainsi montrer l'influence de Paris et du collecteur de Clichy sur la qualité de l'eau de la Seine (Tableau 2) (Figuier, 1873). La mesure du taux d'oxygène représente donc un moyen chimique relativement simple de connaître la quantité de matière organique de l'eau et donc sa pureté, moyen chimique que Gérardin trouve plus fiable que les observations au microscope dont il était pourtant coutumier.

¹. 1° hydrotimétrique signifie qu'il faut ajouter 0,1 g de savon par litre d'eau pour faire précipiter les sels calcaires et magnésiens avant d'observer la formation de mousse. Ce degré correspond à environ 0,01 g de carbonate de chaux. En Angleterre, les unités de mesures sont le grain de savon et le gallon d'eau. 1° anglais équivaut à environ 1,4° français.

Tableau 2 : Analyses de l'oxygène de l'eau en 1874 par Gérardin et Boudet.

| Lieu | cc d'oxygène par litre d'eau |
|--------------------|------------------------------|
| Amont de Corbeil | 9 |
| à 1500 m en aval | 8,7 |
| Choisy le Roi | 7,5 |
| Ivry | 8 |
| Pont de Tournelle | 8 |
| Viaduc d'Auteuil | 6 |
| Billancourt | 5 |
| Sèvres | 5,4 |
| Saint-Cloud | 5,3 |
| Asnières | 4,6 |
| Pont de Saint-Ouen | 4 |
| Saint-Denis | 2 |
| La Briche | 1 |
| Epinay | 1 |
| Argenteuil | 1,4 |
| Poissy | 6 |
| Meulan | 8 |
| Vernon | 9,5 |
| Rouen | 10,5 |

4. La recherche du plomb dans l'eau en 1873-74

Si l'on sait que les eaux minérales peuvent contenir des éléments toxiques comme de l'arsenic à la Bourboule ou du mercure à Saint-Nectaire, il est en général considéré que les eaux de rivières ne contiennent pas d'éléments métalliques: les égouts n'en rejettent quasiment pas et les rejets industriels de matières minérales sont considérés comme insignifiants (Laboulaye, 1891). Pourtant la littérature bruisse de cas d'empoisonnements au plomb dus à la consommation d'eau. En 1860, Lefèvre rapporte à l'Académie des Sciences les cas d'intoxications saturniques survenus à bord de plus de 20 navires où l'eau était conservée dans des réservoirs en plomb. Le docteur Aristide Reinwillier publie son *Empoisonnement des eaux potables par le plomb* en 1870, où il espère prouver que "l'influence pernicieuse du plomb sur les populations n'est pas moins importante, ni moins funeste, que celles du tabac et de l'absinthe". Le plomb est soudainement considéré comme le responsable potentiel de quelques épidémies d'origine hydrique jusque là incomprises, ce qui nous donne l'occasion de nous pencher sur les acteurs qui prennent part à la « guerre au plomb » des années 1873-74.

En juin 1873, E. de Laval, ingénieur des mines, envoie au Conseil municipal de Paris une pétition signée par 907 médecins, pharmaciens des hôpitaux, professeurs,... en vue d'obtenir la proscription des tuyaux en plomb pour la distribution des eaux destinées aux usages alimentaires. Ces tuyaux sont en effet considérés comme la seule source possible du plomb. Au 31 décembre 1873, Paris est équipée de 1 333 km de conduites publiques en fonte, contre 63 km en tôle bitumée et 3 km seulement de conduites en plomb auxquelles il faut rajouter 4 km environ de petites canalisations en plomb². Par contre les branchements qui relient les conduites publiques aux orifices de puisages (fontaines ou robinets des particuliers) sont, à quelques exceptions près, tous en plomb. La longueur moyenne en est estimée à 40 m pour les 39500 abonnés aux eaux de Paris, soit une longueur totale de 1580 km de conduites en plomb pour l'ensemble de ce réseau (Belgrand, 1873). Les canalisations en plomb appartiennent donc, en large majorité, aux particuliers et non au réseau public.

L'action de l'eau sur les conduites en plomb est traitée en 14 notes publiées en quelques mois dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences par des chimistes de renom, Jean-Baptiste

² La fonte a commencé à supplanter le plomb à la fin du XVIIIe siècle. Non seulement son prix diminua fortement au XIXe siècle, mais ce matériau a la préférence des ingénieurs responsables de la mise en place des réseaux de distribution d'eau, au détriment du plomb utilisé par les fontainiers de plus en plus marginalisés. (Goubert, 1986, p. 57, Guillerme, 1995).

Dumas, le chimiste le plus influent de son temps, Félix Leblanc, professeur de chimie industrielle et chef de laboratoire à l'École Centrale, Antoine Balard, alors professeur de chimie au Collège de France ; des experts sollicités par le Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine comme Félix Boudet, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées ; des pharmaciens, comme Fordos, pharmacien en chef à l'Hôpital de la Charité. Ils déploient toute leur science pour prouver que le simple passage de l'eau potable dans les canalisations en plomb n'est pas suffisant pour provoquer une dissolution du plomb dans l'eau. Un peu de mise en scène ne peut nuire à cette démonstration magistrale: il est convenu que Félix Boudet, chargé d'un rapport par le Conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine, lise celui-ci lors d'une séance de ce conseil en novembre 1873, tandis qu'Eugène Belgrand lira le sien en parallèle devant l'Académie des Sciences (Belgrand, 1873).

Le premier argument avancé par les experts est celui de l'appel au passé et de l'érudition: les canalisations au plomb existent depuis les Romains et les canalisations publiques étaient réalisées en plomb en France jusqu'à la généralisation des conduites en fonte à la fin du XVIII^e siècle. Or « depuis ces temps si reculés, personne, jusqu'ici n'avait vu le moindre danger dans cet emploi du plomb » (Belgrand, 1873). Même si Belgrand soutient que ni Pline, une référence pour la description des techniques dangereuses de l'époque romaine, ni Frontin, ni aucun des historiens de l'Antiquité n'ont jamais signalé le moindre empoisonnement du fait de l'usage de canalisations au plomb, Reinwillier indique qu'au contraire, Galien, en l'an 130 de notre ère, avait déjà condamné l'usage du plomb pour la conduite de l'eau potable (Reinwillier, 1870). Orfila, dans ses *Leçons de médecine légale*, rapporte comme un fait connu de longue date que « l'eau qui a été transmise par des aqueducs de plomb ou qui est tombée sur des toits couverts de ce métal, peut tenir en dissolution une assez grande quantité de ce poison pour déterminer des accidents graves » (Orfila, 1828). On sait d'ailleurs avec certitude depuis 1809 que l'eau distillée *attaque* le plomb avec pour conséquence l'obtention de céruse (Guyton de Morveau, 1809). La publication de Guyton de Morveau est abondamment citée dans les articles du XIX^e siècle et il est courant que la démonstration soit réalisée en public. Besnou a ainsi vu cette expérience de l'action singulière des eaux distillées sur le plomb pour la première fois en 1830, dans le cours de M. Chatelain, premier pharmacien en chef de la marine à Brest (Besnou, 1874). Mais cette attaque du plomb dépend de la pureté minérale de l'eau. C'est le degré hydrotimétrique qui s'avère le plus pertinent pour mesurer la capacité de réaction entre le plomb et l'eau. Si l'on agite de la grenaille de plomb dans des flacons contenant différentes sortes d'eau (expérience publique de Dumas), seule l'eau distillée attaque immédiatement le plomb, l'eau de pluie en contient des traces, les eaux de l'Ourcq, de Seine et de puits sont trop chargées en sels calcaires pour provoquer une attaque notable du plomb dans les canalisations parisiennes.

Le deuxième argument est celui de la longue durée: outre que c'est le même matériau qui est utilisé depuis les Romains, les canalisations anciennes sont une preuve directe que le plomb résiste au temps. En effet, si ces tuyaux étaient attaqués par l'eau, des traces de corrosion devraient être visibles. Or ce n'est pas le cas. Une canalisation du faubourg Saint-Antoine qui a été posée en 1670, au moment de la mise en place de la pompe du pont Notre-Dame, ne montre en 1873 aucune des traces qu'on serait en droit d'attendre si elle s'était corrodée avec le temps (Belgrand, 1873).

De plus il est constaté que les canalisations se revêtent, à l'intérieur, d'une croûte mince et adhérente de limon ou de calcaire, de sorte, en définitive, que l'eau qui passe dans les tuyaux n'est plus en contact direct avec le plomb. Cet état de fait est général à Paris, comme peut le constater Belgrand lors de sa visite du dépôt de vieux plomb de l'entrepreneur des travaux d'entretiens de la ville de Paris, M. Fortin-Hermann. Tout au plus les tuyaux neufs, dans lesquels cette couche protectrice ne s'est pas encore constituée, peuvent générer quelques coliques de plomb passagères, souvent aussi parce qu'ils contiennent des poussières fortement chargées en plomb résultant de leur fabrication. Il est donc conseillé de laisser s'écouler les premières eaux pour laver ces tuyaux neufs, avant d'en consommer l'eau. De même pour les installations n'ayant pas servi depuis longtemps: les eaux restées longtemps en contact "intime" avec le plomb peuvent se charger en carbonate de plomb. C'est probablement la cause des incidents saturniques survenus aux nouveaux locataires de maisons du boulevard Magenta qui étaient restées inoccupées pendant plusieurs années (Parville, 1874). C'est également ce qu'observe Fordos qui ferme volontairement un robinet de la pharmacie de l'hôpital de la Charité pendant deux mois. Après ce délai, l'eau qui en sort est trouble. Après repos, l'analyse du dépôt révèle une quantité

abondante de carbonate de plomb, alors que l'eau filtrée ne contient quasiment pas de plomb en solution. Il suffit de rejeter l'eau qui a séjourné longtemps dans les canalisations pour retrouver une eau exempte de plomb (Fordos, 1874).

Pour achever de convaincre les parisiens, des expériences sont réalisées dans des tuyaux notablement plus longs que la moyenne: 200m pour le branchement de l'Hôtel-Dieu, 100 m pour celui de l'avenue d'Orléans, contre 40 m pour la longueur moyenne des branchements. Cet allongement de la longueur des tuyaux ne conduit pas à une dissolution supplémentaire de plomb (Belgrand, 1873).

Le débat tourne cependant à la querelle d'experts. Félix Leblanc, qui a analysé les échantillons d'eau fournis par Belgrand, a utilisé la méthode la plus classique de précipitation du sulfure de plomb. Or le sulfure de plomb est légèrement soluble dans l'eau saturée d'hydrogène sulfuré (Mayençon, 1874). Ainsi, les eaux de l'Hôtel-Dieu et de la Charité qui avaient été reconnues comme exemptes de plomb en contiennent « une quantité fort notable » après avoir séjourné huit à dix heures dans les branchements (soit le temps d'une nuit). Mayençon et Bergeret sont prudents: ils indiquent avoir hésité à présenter leurs résultats qui « diffèrent sensiblement de ceux auxquels sont arrivés les plus habiles chimistes ». Difficile d'aller contre les conclusions de collaborateurs de Dumas. Ils présentent donc longuement leurs expériences sur des eaux très diverses puis trouvent une conclusion qui ne fâche pas: même si ces eaux contiennent du plomb, elles sont inoffensives pour la santé publique « comme le démontre l'immunité dont jouissent les particuliers, les écoliers, les malades de Saint-Etienne, de Paris et de toutes les villes où il y a des distributions d'eau ».

La solution analytique est apportée par Balard: il convient de faire bouillir l'eau après y avoir ajouté quelques gouttes de tartrate d'ammoniaque qui dissout tous les composés plombiques insolubles (hydrate, sulfate, carbonate, phosphate, borate). L'« acide sulfhydrique » précipite alors la totalité du plomb et donne une coloration facilement reconnaissable (Balard, 1874). Pourtant, le débat s'épuise: même si l'expert chimiste peut maintenant traquer la moindre trace de plomb dans l'eau, le sujet n'intéresse plus. Il semble acquis que le plomb contenu dans l'eau potable de Paris ne présente pas de danger réel, même si Fordos, le pharmacien en chef de l'hôpital de la Charité, continue de dénoncer quelques niches où le danger réapparaît. Ainsi, dans les hôpitaux, les bouteilles de verre destinées à recevoir des liquides alimentaires ou médicamenteux étaient traditionnellement nettoyés par rinçage avec de l'eau pure, voire de l'eau distillée, en présence de grenaille de plomb qui sert de grattoir pour décaper les parois. De même les tonneliers, avant de mettre le vin en bouteilles, « ont l'habitude de passer celles-ci au plomb » et ne les rincent qu'une seule fois à l'eau ensuite, ce qui n'est pas suffisant pour enlever le carbonate de plomb qui s'est formé et qui adhère aux parois. Or, ce carbonate de plomb passe en solution dans les solutions alcooliques et donc dans le vin, ce qui pourrait expliquer quelques cas de saturnisme incompris jusque-là (Fordos, 1873).

Ces chimistes n'utilisent pas l'analyse spectrale alors que la méthode, mise au point par Kirchoff et Bunsen en 1860, a déjà été utilisée en 1872 pour l'analyse des eaux thermales des Pyrénées par Felix Garrigou, un médecin hydrologue ariégeois qui a créé en 1870 un laboratoire d'hydrologie médicale à Toulouse. La méthode ne sera généralisée pour l'analyse de l'eau que dans les années 1910 (Bardet, 1913).

Pendant ce temps, la ville de Paris accepte les résultats de ces experts et conclue dès octobre 1873 qu'il n'est pas nécessaire de s'alarmer, d'autant plus que le Préfet de la Seine est convaincu que cette agitation n'est due qu'à un seul homme, ayant des intérêts dans une fabrique de tuyaux de plomb doublés d'étain, une innovation technique qu'il souhaitait promouvoir (Conseil Municipal de Paris, 1873).

5. Conclusion

Au milieu du XIX^e siècle, la dégradation manifeste de la qualité de l'eau de la Seine liée aux rejets par les égouts d'eaux industrielles et d'eaux-vannes conduit à l'adoption de nouvelles méthodes d'analyses des eaux de rivières: degré hydrotimétrique et dosage des matières organiques. Les promoteurs de ces nouvelles techniques d'analyses sont des chimistes impliqués dans la lutte contre l'insalubrité du département de la Seine.

Les scientifiques s'emparent du problème marginal de la présence de plomb dans les eaux potables due à leur passage dans les canalisations en plomb. Par des méthodes expérimentales peu performantes, et grâce à des arguments attachés à l'histoire ancienne, ils prouvent que l'eau de Paris ne contient pas de plomb. C'est en fait plutôt dans le domaine de l'analyse des eaux de source, et pas dans celui du contrôle des eaux de Paris, qu'ils feront porter leur effort d'homogénéisation des analyses comme le montre la publication de l'« Annuaire des eaux de France » de 1851 sous l'égide de Jean-Baptiste Dumas et le fameux Willm et Jacquot « *Les eaux minérales de la France* », de 1894.

La ville de Paris qui ne dispose pas encore de véritable laboratoire de contrôle des eaux sollicite et accepte les résultats de ces experts, d'autant plus qu'ils la confortent dans l'idée de ne pas intervenir. Les perspectives de ce travail découlent de ces conclusions : nous rechercherons l'ensemble des lieux où pouvaient être réalisés des analyses de l'eau en dehors de Paris, et quelles étaient les missions qui leur étaient confiées. Nous souhaitons également approfondir le problème des traitements des rejets industriels qui sont tout d'abord interdits, puis tolérés, avant d'être stigmatisés, tout au moins pour certains métiers comme les féculeries. Enfin, nous décrirons l'évolution des méthodes d'analyses des eaux de rivières entre les deux guerres.

6. Bibliographie

- Balard A. (1874). Action de l'eau sur le plomb. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **78** : 392-395.
- Bardet J. (1913). Etude spectrographique des eaux minérales françaises. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **157** : 224-226.
- Barles S. (1999). *La ville délétère: médecins et ingénieurs dans l'espace urbain, XVIIIe-XIXe siècle*, Champ Vallon, Seyssel.
- Barles S. (2002). L'invention des eaux usées: l'assainissement de Paris, de la fin de l'Ancien Régime à la seconde guerre mondiale. *Le démon moderne*. C. Bernhardt et G. Massard-Guilbaud éd., Presses univ. Blaise-Pascal. p. 134.
- Belgrand E. (1873). De l'action de l'eau sur les conduites en plomb. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **77** : 1055-1063.
- Besnou L. (1874). Action des eaux économiques ordinaires et distillées, ainsi que de l'eau de mer distillée, sur le plomb et les réfrigérants en étain des divers appareils distillatoires. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **78** : 322-324.
- Bordas F. (1904), Eaux Potables. *Analyse des matières alimentaires*, Ch. Girard éd., Paris. p.13.
- Boutron A. et Boudet F. (1856). Hydrotimétrie, nouvelle méthode pour déterminer les proportions des matières en dissolution dans les eaux de sources et de rivières. *Mémoires de l'Académie de médecine de Paris*.
- Cébron de Lisle P. (1991). *L'eau à Paris au XIXe siècle*, Paris.
- Conseil Municipal de Paris (1873). Compte-rendu de la séance du 25 octobre 1873.
- Figuier L. (1873-76). Industrie de l'eau. *Les merveilles de l'industrie*, tome 3, Paris. pp.188-412.
- Fordos (1873). Action de l'eau aérée sur le plomb, considérée au point de vue de l'hygiène et de la médecine légale. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **77** : 1099-1102.
- Fordos (1874). Du rôle des sels dans l'action des eaux potables sur le plomb. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **78** : 1108-1111.
- Gérardin A.C. (1874). *Rapport sur l'altération, la corruption et l'assainissement des rivières*. Imprimerie Nationale, Paris.
- Goubert J.P. (1986). *La conquête de l'eau: l'avènement de la santé à l'âge industriel*, Robert Laffont, Paris.
- Guillerme A. (1985). Capter, clarifier l'eau, la distribution de l'eau dans les villes françaises, 1800-1850. *Annales de la recherche urbaine*, **32** : 32-43.
- Guillerme A. (1995). *Bâtir la ville*, Champ Vallon, Seyssel. p. 242.
- Guyton de Morveau (1809). *Annales de Chimie*, **71** : 196-199.

- Hamlin C. (1990). *A Science of Impurity, Water analysis in Nineteenth Century Britain*, Adam Hilger, Bristol.
- Jacquemet G. (1979). Urbanisme parisien: la bataille du tout-à-l'égout à la fin du XIXe siècle. *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, **26** : 505-548.
- Laboulaye C. (1891). art. "Egouts". *Dictionnaire des arts et manufactures*, 7^{ème} édition, Paris.
- Mayençon et Bergeret (1874). De l'action des eaux douces sur le plomb métallique, *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **78** : 484-487.
- Orfila (1828). *Leçons de médecine légale*, tome 3, 2^{ème} éd. Bréchet, Paris. p.182.
- Parville H. de (1874). *Causeries scientifiques*, 13^{ème} année. p. 311.
- Peligot E. (1864). Etudes sur la composition des eaux. Recherche des matières organiques contenues dans les eaux. *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, **5** : 60-103.
- Reinvillier A. (1870). *Hygiène publique – Empoisonnement des eaux potables par le plomb*, Dentu, Paris, 70p. p.9.
- Troost L. (1884). *Traité élémentaire de chimie*, 8^{ème} édition, Paris.