

Les chimistes comme experts de la qualité de l'eau à Paris au XIX^e siècle

L. LESTEL

Introduction

Alors que le rôle du scientifique, son métier et la légitimité de ses interventions (notamment publiques) en temps qu'expert sont actuellement sujets à questionnement,¹ mieux percevoir les enjeux de l'expertise nécessite d'établir l'évolution de cette notion dans le temps. A défaut de reconstruire ici cette évolution, il semble intéressant de relater comment de nombreux scientifiques de renom se sont posés comme experts dans leur discipline au XIX^e siècle.

Je développe ci-dessous le cas d'une situation d'expertise chimique "ordinaire" sur un sujet qui n'est pas au centre des débats scientifiques chimiques du XIX^e (qui concernent en 1870 l'adoption de la théorie atomique, la publication du tableau périodique de Mendeleev, ou le développement de la théorie structurale de la matière en chimie organique) mais qui va cependant mobiliser les plus grands chimistes pendant environ un an en 1873-74 (comme en témoignent les 14 communications dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences en quelques mois), sur un sujet qui semble très actuel puisqu'il s'agissait de savoir si l'alimentation en eau pouvait être assurée par des tuyaux en plomb sans que cela ne soit dangereux pour la santé publique.

Le mot "expert" appartenait alors uniquement au vocabulaire juridique, lorsqu'une personne était nommée expert *par jugement* par un tribunal. Mais la situation était bien celle d'expertise au sens de Callon et Rip, comme processus qui organise la confrontation des savoirs (souvent scientifiques, basés sur des expériences) et d'un problème social géré par des politiques (ici l'innocuité de l'eau véhiculée par des tuyaux en plomb).²

Le problème initial concernait la qualité de l'eau potable fournie aux Parisiens: était-elle propre à satisfaire leurs besoins sans provoquer les maladies infectieuses contre lesquelles la population était encore bien démunie, quelques 10 ans avant la révolution pastorienne des années 1880. Mais le débat dépassait cet enjeu de santé publique: il était provoqué par la montée en puissance des réseaux de distribution et d'évacuation de l'eau à Paris, signes de modernité et de meilleure hygiène de la ville, mais non exempts d'aspects négatifs, comme en témoignait la dégradation manifeste de la qualité de l'eau de la Seine.

Après avoir rappelé la situation de l'eau à Paris dans les années 1870, tant du point de vue de l'approvisionnement que de son corollaire: le rejet des eaux polluées, j'évoquerai les critères de qualité de l'eau retenus à cette époque comme étant les plus pertinents. Dans cette période d'incertitude sur l'origine hydrique des maladies, le plomb était un candidat comme un autre pour expliquer quelques épidémies jusque là incomprises. C'est sur ce point que les

chimistes parisiens exerceront leur expertise comme nous le verrons dans la dernière partie.³

La question de l'eau à Paris au XIX^e 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 XIX^e siècle:

- une alimentation en eau indépendante des sources locales (rivières, puits) souvent contaminées,
- une alimentation qui puisse répondre à un accroissement de la consommation domestique qui s'additionne 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.

L'eau "potable" provient alors du canal de l'Ourcq, au nord de Paris (construit entre 1802 et 1839), et de la Seine. Le Canal de l'Ourcq assure un approvisionnement de 80 000 m³/jour contre 8 000 m³/jour pour les sources traditionnelles d'eau de Paris. 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, deux fois moins que la consommation londonienne à la même époque.

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." L'altération des eaux courantes est due invariablement à la même cause: les égouts qui viennent y déverser les eaux industrielles et ménagères".⁴

Le premier plan d'ensemble du réseau d'assainissement de Paris est mis en place à partir de 1856. Le projet, mis en œuvre par Belgrand, 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. Le conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine s'en émeut et se tourne vers les experts susceptibles, en premier lieu, de donner des critères objectifs de la qualité de cette eau, c'est-à-dire de l'analyser.

La mesure de la qualité de l'eau

Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, la seule méthode à la disposition des chimistes consiste à déterminer la quantité de résidu solide obtenu par évaporation à sec de l'eau à analyser. Ce résidu est d'environ 0,1 à 0,5g par litre d'eau ordinaire. Il est constitué de sulfate de chaux, chlorures de potassium, de sodium ou de calcium, de traces d' "azotate" (nitrate). Les chimistes y recherchent également le carbonate de chaux, le phosphate de chaux et la silice, qui ont pour propriété de précipiter dans l'eau exempte de gaz carbonique (éliminé par ébullition). Ces différentes substances sont identifiées par des tests qualitatifs simples, avant d'être dosées quantitativement. Rappelons que jusqu'à la théorie de dissociation des ions d'Arrhenius de 1885, le chimiste exprime ses résultats en quantité de sel présent, en fait supposé présent. Le débat est en effet vif sur l'impact de la méthode d'évaporation à sec sur la nature des constituants. Détecter du chlorure de sodium et du sulfate de calcium dans le résidu peut signifier que l'eau contenait ces mêmes sels, mais ne pouvait-elle contenir la combinaison croisée du chlorure de calcium et du sulfate de sodium ou des combinaisons de ces sels en toutes proportions, selon la loi de Berthollet ?⁵

En 1854, Antoine Boutron et Félix Boudet, tous deux membres du Conseil d'Hygiène du département de la Seine, introduisent en France, sous le nom de procédé hydrotimétrique, la mesure de la dureté, ou "crudité" de l'eau, mise au point par le chimiste écossais Thomas Clark en 1841.⁶ Cette méthode permet de déterminer la quantité de sels minéraux contenus dans l'eau à analyser, en y ajoutant une solution alcoolique de savon jusqu'à obtention de mousse.⁷ Quelques unes de leurs mesures sont reportées dans le tableau 1. Si l'eau distillée ne contient, par nature, aucun sel (0°), l'eau de la Seine, ici recueillie 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 XVII^e siècle. Elles montrent une dureté exceptionnellement élevée et sont considérées dans les années 1870 comme les plus détestables qu'il soit possible de trouver.⁸

Tableau 1 Mesures hydrotimétriques

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

Cette méthode rencontre un succès immédiat: même si les mesures peuvent donner des résultats variables, selon la qualité du savon utilisé et de l'opérateur, elle permet pour la première fois de classer les eaux par des valeurs mathématiques grâce à un appareillage relativement simple. Ainsi, le Comité Consultatif d'hygiène établit une norme selon le degré hydrotimétrique de l'eau (l'eau est considérée comme très pure jusqu'à 15°, potable de 15° à 30°, suspecte au-dessus de 30° et mauvaise au dessus de 100°) et l'Observatoire de Montsouris prélève régulièrement, au moins une fois par quinzaine, et plus souvent chaque semaine, des échantillons des différentes eaux utilisées pour l'alimentation parisienne, pour en déterminer leur degré hydrotimétrique.

Mais à l'évidence 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".⁹

Le responsable est la matière organique apportée par les égouts. Monier en a proposé le dosage par décoloration du permanganate de potassium.¹⁰ Gérardin, inspecteur des établissements classés du département de la Seine, un corps créé en 1863, interprète cette réaction comme une oxydation des matières organiques. Il suppose qu'une telle réaction d'oxydation peut avoir lieu entre la matière organique et l'oxygène contenu dans l'eau. Il le prouve en mesurant la quantité d'oxygène dans les eaux "que l'opinion publique regarde comme étant notoirement infectes" et en n'en trouvant pas. La mesure du taux d'oxygène de l'eau représente donc un moyen relativement simple de déterminer la qualité de l'eau. Afin de s'affranchir des contraintes de changement de températures et de pression, Gérardin met au point un dosage de l'oxygène à l'hydrosulfite de sodium, simple et rapide qui ne nécessite pas d'appareillage lourd et puisse être utilisée sur place, sur le lieu même des prélèvements. Après avoir testé sa méthode dans les rus proches de Paris, il mesure le "titre oxyométrique" de la Seine entre Ivry, en amont de Paris et Meulan en aval, alors qu'il est mandaté par le Ministre de l'Instruction Publique pour écrire un rapport sur l'altération et la corruption des rivières.¹¹ Ses mesures, effectuées à différentes saisons, sont reportées dans la figure 1 où se distingue nettement l'influence des rejets des

eaux usées de Paris sur le taux d'oxygène dans le fleuve. Ce taux ne redevient normal qu'à Poissy, grâce à l'effet oxygénateur de la confluence avec l'Oise¹².

KILOMÈTRES.	Mois		NOVEMBRE.		DÉCEMBRE.		JANVIER.		FÉVRIER.		MARS.		AVRIL.		MAI.	
	Semaine.....		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
	Étiage.....		1,80	1,80	2	2,50	3,50	4,50	3,50	2,50	2	1,80	1,80	1,80	1,70	1,70
Température.....		10	6	4	3	4	8	4	4	6	7	10	15	16	19	
STATIONS.																
TITRE OXYMÉTRIQUE.																
-5,5	Ivry.....	9	9,5	10	10,5	11	11	11	11	10,5	10	9,5	9	8,5	8	
0	Pont de la Tournelle.	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11	11	10,5	9,5	9	8,5	8,5	7,5	
8	Auteuil.....	7	8	9	10	10,5	11	11	11	10	9,5	9	8	7	6	
12	Sèvres.....	6	7,5	9	10	10,5	11	10,5	10	9,5	9	8	7,5	6	5,5	
17	Suresnes.....	5	6,5	8	10	10	11	10,5	10	9	8,5	8	7	6	5	
22	Asnières.....	5	6,5	8	9	10	10	10	10	9	8,5	7	6	5,5	5	
24	Clichy.....	4	6	8	9	9,5	9,5	9	9	9	8	7	6	5	4,5	
26	Saint-Ouen.....	4	6	8	9	9,5	9,5	9	9	9	8	7	6	5	4,5	
28	Saint-Denis.....	3	5	8	9	9,5	9,5	9	9	9	8	7	6	5	4	
32	Épinay.....	2	4	8	9	9,5	9,5	9	9	9	7,5	6	5	4	2	
36	Argenteuil.....	2	5	8	9	9,5	9,5	9	9	8,5	8	6,5	6	4	3	
40	Bezons.....	2	5	8,5	9	9,5	9	9	8	8	7	6	5	4	3	
45	Chatou.....	2	6	8,5	9	9,5	9	8	8	7	6,5	5,5	4	3	2	
48	Marly.....	2,5	6	8,5	9	9	8	8	7,5	7	6	5,5	4	3	2	
52	Le Pecq.....	3	6	9	10	9,5	9	8	8	7	6,5	5,5	4,5	3,5	3	
58	Maisons.....	4	6	9,5	10	10	10	9,5	8	7,5	7	6	5	4	3	
70	Conflans.....	6	8	10	10	10,5	10,5	10	10	9	8	7,5	7	6	5,5	
75	Andresy.....	6	8	10	10	10,5	10,5	10	10	9,5	9	8	7,5	7	6,5	
78	Poissy.....	6,5	8	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	9,5	9	8,5	7,5	7	6,5	
85	Triel.....	7	8,5	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	9,5	9	8,5	8	7	
93	Meulan.....	8	9	10	10,5	11	10,5	10,5	10,5	10	10	9,5	9	8,5	8,5	
109	Mantes.....	6,5	9	10	10,5	11	11	11	10,5	10	10	9	9	9	9	

Fig. 1.

La question du plomb dans l'eau potable

Si l'on sait depuis les années 1840 que les eaux minérales peuvent contenir des éléments toxiques comme de l'arsenic à la Bourboule¹³ ou du mercure à Saint-Nectaire,¹⁴ 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.¹⁵

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".¹⁶ Le plomb est soudainement considéré comme le responsable potentiel de quelques épidémies d'origine hydrique. En 1873, une pétition est envoyée au

Conseil Municipal de Paris, pour demander la prescription des tuyaux de plomb pour la distribution des eaux destinées aux usages alimentaires. Face à ce risque identifié, le Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine (CHPS) sollicite des informations, preuves, expériences de la part d'experts : des ingénieurs, comme Belgrand qui avait été chargé par Haussmann de construire le réseau d'alimentation en eau et d'égouts de Paris, alors âgé de 63 ans, des chimistes de renom, comme Jean-Baptiste Dumas, alors âgé de 73 ans le chimiste le plus influent de son temps, Félix Leblanc, professeur de chimie industrielle et chef de laboratoire à l'Ecole Centrale, Antoine Balard, alors professeur de chimie au Collège de France, Félix Boudet, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées ; des pharmaciens, comme Fordos, pharmacien en chef à l'Hôpital de la Charité.

Le rendu de leurs travaux a lieu sous forme de rapports lus en novembre 1873 devant le CHPS (par Félix Boudet) et à l'Académie des Sciences (par Eugène Belgrand) et de publications dans les Comptes-rendus des Séances de l'Académie des Sciences (14 en moins d'un an). Tous les experts sont au moins d'accord sur un point: le plomb ne peut provenir que des canalisations permettant de distribuer l'eau, ce qui représente à Paris près de 1600 km de canalisations de plomb pour la partie de distribution comprise entre les conduites publiques et les orifices de puisages (fontaines ou robinets des particuliers).¹⁷ En effet, les quelques cas de saturnisme rapportés pour Paris coïncident avec des habitats où les tuyaux de plomb étaient neufs, ou n'avaient pas servi depuis longtemps.

Les experts cherchent la présence de plomb dans l'eau potable par l'analyse chimique, par précipitation du sulfure de plomb. C'est une analyse qualitative ne permettant pas de doser le plomb, présent, s'il est là, qu'en très faible quantité. Ils n'utilisent pas l'analyse spectrale, beaucoup plus sensible, alors que la méthode (détermination de la signature spectrale des éléments chimiques par mise sous forme gazeuse et séparation des différentes raies caractéristiques par un prisme) est connue depuis 1860¹⁸ et déjà utilisée par Félix Garrigou pour l'analyse des eaux thermales des Pyrénées en 1872.¹⁹ Leurs expérimentations les conduisent à faire varier la longueur des canalisations de quelques mètres à 200 m, le temps de séjour de l'eau dans la canalisation (de quelques heures à 2 mois). Le critère le plus pertinent est celui de la dureté de l'eau. En effet, l'on sait depuis Guyton de Morveau que l'eau distillée ne peut être stockée dans un récipient en plomb.²⁰ Nos experts montrent que plus les eaux ont un degré hydrotimétrique élevé, moins elles réagissent avec le plomb et ils prouvent que les eaux servant à l'alimentation de Paris ayant un degré hydrotimétrique suffisamment élevée ne contiennent pas de plomb.

Outre cette conclusion expérimentale, les articles contiennent en large part des arguments dépassant largement le champ d'expertise de ces scientifiques. C'est d'abord celui de l'appel au passé et de l'érudition: personne, depuis les Romains, "n'avait vu le moindre danger dans cet emploi du plomb".²¹ 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.²² 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 accidens graves".²³

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. Une canalisation du faubourg Saint-Antoine qui avait 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.²⁴

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.²⁵ De même pour les installations n'ayant pas servi depuis longtemps: il suffit de rejeter l'eau qui a séjourné longtemps dans les canalisations pour retrouver une eau exempte de plomb.²⁶

Mais les analyses de ces experts ne sont pas fiables: le sulfure de plomb est en effet légèrement soluble dans l'eau saturée d'hydrogène sulfuré et dans les eaux douces naturelles, comme le prouvent deux chimistes isolés Mayençon et Bergeret.²⁷ 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". Ils présentent donc longuement leurs expériences sur des eaux très diverses (apport de données scientifiques) puis changent de registre pour conclure que 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.²⁸

L'influence d'un lobby

Le seul détail disponible sur la pétition de 1873, demandant la prescription des tuyaux de plomb pour la distribution des eaux destinées aux usages alimentaires, est toujours le même : elle était signée par 907 médecins, pharmaciens des hôpitaux, professeurs, etc..., et elle avait été adressée au Conseil Municipal de Paris en juin 1873. A part quelques articles parus dans des quotidiens, comme *Le temps*, à la fin de l'année 1873, l'affaire n'a pas l'air de renvoyer à un problème fortement ressenti par la population. Il semblerait que toute cette agitation soit due à un seul homme, ayant des intérêts dans une fabrique d'une "nouvelle" sorte de tuyaux: des tuyaux de plomb doublés d'étain (une couche d'un demi-millimètre au moins d'épaisseur) (donc une innovation technique, qu'il souhaite promouvoir), nous dit le préfet de la Seine lors de la réunion du Conseil municipal de Paris du 25 octobre 1873.²⁹ Cette innovation est celle d'Augustin Hamon qui l'avait présenté pour la première fois en 1862.³⁰

Il semblerait également que l'agitation autour de cette question est entretenue par la publication, tous les jeudis, d'un journal spécial intitulé "*La guerre au plomb*", dont le contenu ressemblerait plus à de la propagande qu'à de l'information sérieuse, nous dit-on, feuille de chou évidemment soutenue par le lobby précité. Il est intéressant de constater que les chimistes ne se sont pas préoccupés de ce contexte: ce sont des *Homo faber*, qui pensent répondre à la demande sociétale par des analyses, sans forcément prendre conscience des enjeux économiques ou environnementaux qu'avait très bien entrevus Hamon, dans l'intérêt de la population bien entendu !

La ville de Paris qui ne disposait pas encore de véritable laboratoire de contrôle des eaux (il faut attendre pour cela 1900) accepte les résultats de ces experts qu'elle avait sollicités, d'autant plus qu'ils la confortent dans l'idée de ne pas intervenir, c'est-à-dire de ne pas imposer le changement de toutes les canalisations en plomb.

Il faudra attendre la fin du XX^e siècle pour que la teneur en métaux lourds de l'eau de la Seine soit systématiquement relevée³¹ et pour que la question du plomb dans l'eau redevienne un sujet sensible.

CDHTE-CNAM

Case I-161

5 rue du Vertbois, 75003 Paris

NOTES

¹ ROQUEPLO, Philippe, *Entre expertise et décision, l'expertise scientifique*, INRA ed., 1997 ; CALLON, Michel, LASCOUMES, Pierre, BARTHES, Yannick, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Seuil, 2001.

² CALLON, M. et RIP, A. in *La terre outragée*, J. Theys et B. Kalaora eds. 1992. p.146.

³ Une version moins "chimique" de cet article est parue dans *Resources of the City, Contribution to an Environmental History of Modern Europe*, SCHOTT, D., LUCKIN, B., MASSARD-GUILBAUD, G., eds. Ashgate, 2005, p. 203-214.

⁴ GÉRARDIN, Auguste-Charles, *Rapport sur l'altération, la corruption et l'assainissement des rivières*, Paris, 1874, 64 p.

- ⁵ Voir HAMLIN, Christopher, *A Science of Impurity. Water Analysis in Nineteenth Century Britain*, Adam Hilger, Bristol, 1990, 342 p. and GRAPU, P., "The Marginalization of Berthollet's Chemical Affinities in the French Textbook Tradition at the Beginning of the Nineteenth Century", *Annals of Science*, **58**, 111-135 (2001)
- ⁶ Thomas Clark (1801-1867). En 1841, il dépose un brevet pour l'adoucissement de l'eau par ajout de lait de chaux.
- ⁷ BOUTRON-CHALARD, Antoine François (1796-1879) et BOUDET, Félix Henri (1806 - 1878), "Hydrotimétrie, nouvelle méthode pour déterminer les proportions des matières en dissolution dans les eaux de sources et de rivière", *Mémoires de l'Académie de médecine de Paris*, 1856. 1° hydrotimétrique signifie qu'il faut ajouter 0,1g 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.
- ⁸ FIGUIER, Louis, Industrie de l'eau, *Les merveilles de l'industrie*, Vol. 3 [1873-1876] p. 314.
- ⁹ FIGUIER, *id.*, p. 155
- ¹⁰ MONIER, Emile, "Détermination des matières organiques des eaux : eaux de la Seine, de la Bièvre, eau distillée", *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, **50**, 1084-85 (1860).
- ¹¹ GÉRARDIN, A., *Rapport sur l'altération, la corruption et l'assainissement des rivières*, Paris, 1874, 64 p.
- ¹² GÉRARDIN, A., "Altération de la Seine aux abords de Paris, depuis novembre 1874 jusqu'en mai 1875", *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, **80**, 1326-28 (1875).
- ¹³ Premier élément toxique repéré dans les eaux thermales, grâce aux analyses du pharmacien Tripier, de l'hygiéniste Chevallier et du chimiste Thénard.
- ¹⁴ Analyses de Félix Garrigou (1835-1920), médecin hydrologue de l'Ariège, qui créera en 1870 un laboratoire d'hydrologie médicale à Toulouse.
- ¹⁵ LABOULAYE, Charles art., "Egouts", in *Dictionnaire des arts et manufactures*, 7^{ème} édition, Paris, 1891.
- ¹⁶ REINVILLIER, Aristide, *Hygiène publique – Empoisonnement des eaux potables par le plomb*, Dentu, Paris, 1870, 70 p., p. 9.
- ¹⁷ Depuis le début du XIX^e siècle, la plupart des canalisations publiques sont en fonte.
- ¹⁸ KIRCHOFF et BUNSEN.
- ¹⁹ Il faut attendre jusqu'à la Première Guerre Mondiale pour que la méthode se généralise. Cf. BARDET, Jacques, *Recherches spectroscopiques et analytiques sur les eaux minérales françaises*, Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1913.
- ²⁰ "Non altération des conduites de plomb par l'eau de Seine", *Annales de chimie*, **71**, 197 (1809).
- ²¹ Belgrand, Eugène, "De l'action de l'eau sur les conduites en plomb", *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **77**, 1055-1863 (1873), p. 1056.
- ²² REINVILLIER, A., *Hygiène publique - Empoisonnement des eaux potables par le plomb* (1870), p. 16.
- ²³ ORFILA, M., *Leçons de médecine légale*, 2^{ème} éd., vol. 3 (1828), p. 182.
- ²⁴ BELGRAND, *op. cit.*, p. 1058.
- ²⁵ DE PARVILLE, Henri, *Causeries scientifiques*, 13^{ème} année (1874), p. 311.
- ²⁶ FORDOS, "Du rôle des sels dans l'action des eaux potables sur le plomb", *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **78**, 1108-1111 (1874).

- ²⁷ MAYENÇON et BERGERET, "De l'action des eaux douces sur le plomb métallique", *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **78**, 484-487 (1874).
- ²⁸ BALARD, A., "Action de l'eau sur le plomb", *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, **78**, 392-95 (1874).
- ²⁹ Procès-verbaux du Conseil Municipal de la ville de Paris, Année 1873, séance du 22 octobre, p. 528-532, BAVP cote 1782.
- ³⁰ Voir HAMON, A., *Hygiène publique. Etudes sur les eaux potables et le plomb*, Paris, 1884, 72 p.
- ³¹ Premières analyses en 1972 par l'Institut d'hydrologie et de climatologie. Analyses systématiques à partir de 1976 pour l'inventaire national de pollution.