

Arsenic et vieilles querelles

Georges Meyer, Pierre Chevallier et Ivan Ricordel

Summary

Arsenic and old troubles

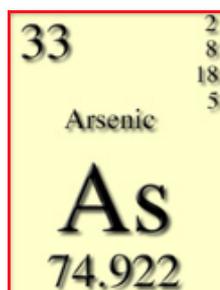
Nowadays, the high arsenic content of Napoleon's hair is well established. But is it the evidence of the chronic arsenic poisoning thesis supported by Sten Forshufvud in 1961? Before trying to answer this question, we present the main steps of the history of arsenic analytical toxicology, marked by two famous forensic cases. Today, physical methods using atomic or nuclear spectrometry have improved the sensitivity and the accuracy of analytical techniques. But the arsenic toxicology needs to take in consideration many other parameters, like environmental origin of anatomic samples. After measuring very high arsenic content by X-ray microfluorescence of some Napoleon's hair, we are not able to give some serious indications about the origin of this arsenic.

Mots-clés

Histoire, arsenic, analyse toxicologique, Marie Besnard, Napoléon.

Key-words

History, arsenic, analytical toxicology, Marie Besnard, Napoléon.



Le mot arsenic vient du grec « arsenikos » qui veut dire « mâle ». A l'instar d'Aristote, les anciens pensaient que le monde minéral était vivant et qu'il suivait par conséquent les mêmes lois que le monde animal ou végétal ; ainsi, il y avait des éléments « femelles » comme le cuivre et des éléments « mâles » comme l'arsenic. A l'état naturel, on le trouve essentiellement sous forme

de sulfures qui ont été utilisés dès l'Antiquité comme pigments de coloration avant que l'on découvre les propriétés toxiques de ses oxydes et, à partir des XII^e et XIII^e siècles, on en fabriquera des poisons. Ce sont d'ailleurs surtout des femmes qui vont « manipuler » cet élément « mâle » à des fins criminelles. Elles préfèrent le poison à l'arme à feu ou à l'arme blanche pour éliminer une rivale, un amant devenu « encombrant » ou un proche parent pour accéder à son héritage. Certaines préparations ou décoctions à base d'arsenic sont restées célèbres : l'aqua Toffana du nom de cette italienne qui aurait empoisonné plusieurs centaines de personnes dont deux papes, « la poudre de succession » utilisée dans l'« affaire des poisons » qui eut un très grand retentissement sous le règne de Louis XIV et faillit l'éclabousser lui-même. L'exécution de la marquise de Brinvilliers en 1676 fut suivie de trente-quatre autres condamnations entre 1679 et 1682.

Après l'ère de l'alchimie des « philosophes d'Hermès » va venir le « siècle des lumières » et l'avènement des sciences modernes parmi lesquelles la chimie figure en bonne place. On identifie les éléments, on les classe, on étudie leurs propriétés, on les analyse... L'arsenic et son principal dérivé l'anhydride arsénieux As_2O_3 sont étudiés par le chimiste suédois Brandt en 1733. Un siècle plus tard, en 1836, le chimiste britannique James Marsh présente une méthode de séparation qui permet d'en faire le dosage, même à l'état de traces, dans la matière organique [1]. Ce sera le début de l'analyse toxicologique de l'arsenic et nous allons suivre ses progrès à travers deux affaires juridico-scientifiques exemplaires. Dans une deuxième partie, nous nous

intéresserons à « l'affaire Napoléon » et nous essaierons de dire, « en l'état actuel de la science », s'il y a lieu d'établir un lien formel entre la présence d'arsenic dans les cheveux de l'empereur et une « intoxication arsenicale antérieure à la mort ».

La chimie entre au tribunal

L'affaire « Lafarge » : les origines de l'analyse toxicologique

Nous sommes à Tulle en 1840. On juge Marie Capelle-Lafarge, une jeune parisienne distinguée, accusée sur dénonciation d'avoir empoisonné son mari Charles Lafarge, maître de forges brutal et vulgaire. Le poison suspecté est la mort-aux-rats, autrement dit l'arsenic. Le procès suscite un véritable engouement populaire à cause de la notoriété des personnages qui vont se succéder à la barre. Le Doyen Orfila est cité par l'accusation comme expert ; il occupe la chaire de médecine légale et de chimie médicale à la Faculté de médecine de Paris. On dit qu'il est le père de la toxicologie moderne car il est le premier à avoir étudié les applications de l'analyse chimique à la médecine légale. Au cours de ce procès, il est le premier expert à présenter ses résultats devant un tribunal, allant même jusqu'à effectuer des expériences au Palais de Justice où une odeur « pestilentielle » se dégage au point d'incommoder le public. Pour Orfila, il n'y a aucun doute que la présence d'une quantité importante d'arsenic dans le corps de Lafarge accable l'accusée, mais il est contré par un certain Raspail cité comme contre-expert. Orfila se justifie : l'arsenic est décelé par la méthode des anneaux de Marsh mise au point récemment et d'après lui, les résultats obtenus par cette méthode ne souffrent aucune contestation. Chacun pense que Marie Capelle va finir à l'échafaud et pourtant, à grands coups d'éloquence, Raspail va sauver la tête de l'accusée en mettant en doute les résultats d'Orfila : « *De l'arsenic, Monsieur Le Président, j'en trouverais jusque dans votre fauteuil...* ». Dans le doute, le tribunal condamne l'accusée à la réclusion à vie et elle sera graciée par le prince

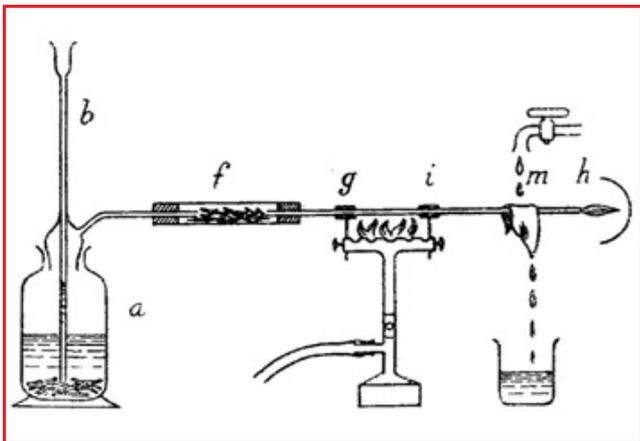


Figure 1 - Appareil de Marsh pour reconnaître l'arsenic dans le cas d'empoisonnement.

Cet appareil est en fait celui mis au point par G. Bertrand [2] mais inspiré de l'appareil de Marsh. L'échantillon minéralisé est introduit en b dans le « générateur » d'hydrogène (a). Les hydrures formés sont décomposés dans la partie chauffée gi et l'arsenic se dépose sous forme d'anneau dans la partie refroidie en m (gravure extraite du « Troost et Péchard » [3]).

Louis-Napoléon en 1852. A travers son échec, Orfila en déduit qu'il n'a pas su convaincre les juges de l'acceptation – on dirait aujourd'hui validation – de ses méthodes et de ses résultats. Cette affaire marque cependant la fin des procès en sorcellerie et les débuts de la science toxicologique : désormais, toute affaire d'empoisonnement va être soumise à une enquête toxicologique et la présence d'arsenic sera authentifiée et « quantifiée » par la méthode de Marsh qui est la référence et va le rester pendant plus d'un siècle (voir figure 1).

De la méthode de Marsh (1836) [1] à celle de Cribier (1921) [6]

L'essai d'arsenic de Marsh, tel qu'il fut d'abord appelé, est réputé pour sa sensibilité. La méthode consiste à minéraliser l'échantillon, transformer les composés d'arsenic en hydrures gazeux par de l'hydrogène naissant pour finalement décomposer cet hydrures par action de la chaleur à l'abri de l'air et déposer ainsi l'arsenic métallique qui va former un anneau brillant sur la paroi interne du tube refroidi à son extrémité distale par un courant d'eau. Pour s'assurer de la présence de l'arsenic, il suffit de l'oxyder en chauffant : il se forme de l'anhydride arsénieux qui dégage une forte odeur d'ail caractéristique. La méthode est extrêmement sensible et permet de doser des traces d'arsenic en pesant le dépôt métallique appelé aussi « miroir » et en le comparant avec des dépôts obtenus avec des quantités connues d'arsenic. Pour être sûr des résultats, il faut cependant s'assurer que les réactifs sont dépourvus d'arsenic – par exemple le zinc et l'acide sulfurique utilisés pour fabriquer l'hydrogène naissant – et surtout que l'échantillon est dépourvu d'antimoine car ce dernier élément très proche chimiquement de l'arsenic donne le même dépôt métallique par le test de Marsh.

Des perfectionnements de l'appareil de Marsh sont décrits en particulier par G. Bertrand dans son mémoire « sur la recherche et sur la preuve de l'existence de l'arsenic chez les animaux » [2]. La méthode connaîtra des variantes mais toutes reposent sur la formation initiale de l'hydrures d'arsenic gazeux appelé aussi arsine. Rose montre en 1840 que l'arsine réagit avec un papier imprégné d'une solution de

chlorure mercurique en donnant une coloration jaune [4]. Mais ce même auteur signale que l'hydrures d'antimoine donne la même coloration. La bibliographie sur le dosage de l'arsenic est imposante et on peut retenir la méthode de Gutzeit [5] et celle de Cribier décrite en 1921 [6]. Ce dernier propose de tremper le papier imprégné de bichlorure de mercure dans une solution d'iodure de potassium qui va colorer la tache jaune en brun et dissoudre l'excès de mercure sous forme d'iodomercurate. La méthode de Cribier, très utilisée en toxicologie pour sa sensibilité, a permis de faire des mesures sur des cheveux de sujets « normaux » ; des résultats publiés en 1953 s'échelonnent de 0 à 0,7 mg d'arsenic pour 100 g, soit de 0 à 7 ppm [7].

L'affaire « Marie Besnard » : l'arsenic au centre du débat

Orfila était assurément un précurseur mais on peut dire qu'un siècle plus tard, l'analyse toxicologique de l'arsenic a fait très peu de progrès. On va retrouver les mêmes polémiques et débats de prétoire dans un autre procès très célèbre, l'affaire « Marie Besnard » (1949-1961) [8-9]. Cette fois, nous sommes à Loudun dans la Vienne en 1949 : Marie Davillaud, épouse Besnard, que l'on surnommait plus tard « la bonne dame de Loudun » ou au contraire « l'empoisonneuse » est convoquée au commissariat de police pour « une affaire la concernant ». Il s'agit en fait de vérifier des ragots de village qui l'accusent d'avoir aidé son époux Léon Besnard à passer de vie à trépas. Le 10 mai 1949, le parquet ordonne l'exhumation du corps et le Docteur Bérout, toxicologue renommé de l'époque, venu spécialement de Marseille, procède à l'autopsie. Dans son laboratoire, il mesure une quantité anormale d'arsenic en particulier dans les viscères. Le 21 juillet, Marie Besnard est inculpée d'empoisonnement sur la personne de son mari et écroquée à la maison d'arrêt de Poitiers. L'affaire « Marie Besnard » qui va défrayer la chronique judiciaire pendant plus de douze années vient de commencer. Tout d'abord, la police fait exhumer d'autres corps de la famille Besnard, treize au total, et les fait analyser par le même Docteur Bérout. Les résultats font sensation dans la presse : les treize corps contiennent de l'arsenic en très grande quantité. Le même Dr Bérout assure que l'appareil de Cribier utilisé pour détecter la présence de traces d'arsenic dans les terres du cimetière a donné des résultats négatifs. L'analyse des terres est très importante et l'avocat de la défense M^e Gautrat n'a pas manqué de le relever : « Pour être valable, une analyse toxicologique doit se préoccuper de doser l'arsenic contenu dans la terre des tombes et dans les matières diverses entourant le cadavre » ; mais il note également avec à-propos : « Pourquoi cette analyse serait-elle nécessaire si l'arsenic ne pouvait contaminer le cadavre ? ». Cette question essentielle prendra plus tard toute son importance.

L'accusation d'empoisonnement repose essentiellement sur les expertises de Bérout dont les mesures ne semblent pas être contestables. Et pourtant... depuis l'affaire Lafarge, un siècle plus tôt, les méthodes n'ont pas changé et ce sont toujours les fameux anneaux de Marsh qui permettent de déceler la présence d'arsenic et décréter s'il y a ou non intoxication. Depuis un siècle, on s'est peu préoccupé de l'ambiguïté entre les anneaux d'arsenic et d'antimoine, mais cette ambiguïté va être astucieusement exploitée par l'avocat de la défense M^e Gautrat pour confondre le Dr Bérout.

L'incident se passe au cours du premier procès de Marie Besnard en février 1952, à Poitiers. Bérout se vante de reconnaître les anneaux de l'arsenic et ceux de l'antimoine : l'avocat lui présente six tubes en lui demandant quels sont ceux qui contiennent de l'arsenic. L'expert prend les tubes, les observe un par un et non sans hésiter, il en tend deux d'entre eux à l'huissier. Mais c'était un piège car aucun des tubes ne contient d'arsenic. Ce sont tous des anneaux d'antimoine. Cet épisode va entamer considérablement la crédibilité des scientifiques et on commence à examiner au plus près les rapports. On relève de nombreuses anomalies, des erreurs d'étiquetage, des disparitions de scellés, des scellés surnuméraires, des contradictions même entre les rapports d'autopsie et ceux de toxicologie du Dr Bérout. Nous sommes en février 1952 : la carrière du médecin légiste s'arrête là. La Cour ordonne un complément d'enquête. La veuve Besnard, elle, reste en prison avant d'être transférée à Bordeaux en 1953. Son procès est renvoyé devant la Cour d'Assises de Bordeaux pour « cause de sécurité publique ».

Le second procès de Marie Besnard : une querelle d'experts

Le parquet nomme trois nouveaux experts de grande renommée, spécialistes de la toxicologie de l'arsenic : les docteurs Fabre, Kohn-Abrest et Henri Griffon. Ce dernier, directeur du Laboratoire de la préfecture de police de Paris, est connu pour avoir été le premier à utiliser une méthode nucléaire pour détecter la présence « anormale » d'arsenic dans des cheveux [10]. On exhume à nouveau les corps, toujours dans la plus grande confusion. Le caveau de Léon Besnard est inondé ; on vide son cercueil sans faire de prélèvement d'eau. Au bout d'un an, les experts rendent leur rapport. La seule nouveauté intéressante concerne la découverte d'arsenic dans les terres du cimetière contrairement à ce qu'avait indiqué le Dr Bérout. Le deuxième procès a lieu à Bordeaux en mars 1954. Les nouveaux témoignages n'apportent rien et n'intéressent pas le nombreux public qui attend avec impatience le vrai débat sur l'arsenic. Henri Griffon s'attarde sur ses travaux relatifs au dosage de l'arsenic dans les cheveux ; il présente une mèche des cheveux de Léon Besnard mais Marie ne les reconnaît pas. Les experts sont maladroits, n'admettent aucune contestation de leurs résultats, refusent la discussion avec les contre-experts, cités uniquement comme témoins. Ces derniers : MM. Keilling, Ollivier, Le Peintre et Truffert vont jouer un rôle très important dans la suite de l'affaire. Ils vont impressionner la Cour et les jurés par des démonstrations d'une grande qualité. Par exemple, il existe un débat sur la solubilité de l'arsenic : ce débat est très important quand on sait que le caveau de Léon Besnard était rempli d'eau et que le sol du cimetière contient de l'arsenic. Là où les experts et en particulier H. Griffon ont catégoriquement nié la solubilité de l'arsenic, les contre-experts démontrent comment il peut devenir soluble, même dans l'eau de pluie, et se fixer définitivement sur la matière organique des cadavres, y compris les cheveux. M. Truffert explique calmement comment des cheveux, trempés dans une solution arsenicale, retiennent de manière stable le métalloïde et le fixent définitivement à tel point qu'aucun lavage ne parvient à l'en extraire. Enfin, et ce sera le coup de grâce pour l'accusation, on apprend que sur les terres voisines des tombes, on cultive des chrysanthèmes mais aussi des pommes de terre et que pour tuer les doryphores, on traite copieusement les solanacées avec des arsénates.

Le 1^{er} avril 1954, la Cour rejette les conclusions des parties civiles mais ordonne qu'il soit procédé à une nouvelle expertise. Marie Besnard est remise en liberté après versement d'une caution.

L'affaire Marie Besnard : le dénouement

Mais le calvaire de Marie Besnard devenue désormais « la bonne dame de Loudun » n'est pas terminé. L'arrêt de la Cour d'assises de Bordeaux du 1^{er} avril 1954 demande aux experts de dire s'il est possible, « en l'état actuel de la science », de conclure à l'existence d'intoxications « arsenicales antérieures à la mort ». L'affaire se complique et ne sera rejuguée que sept ans plus tard. En attendant, en 1955, on nomme difficilement trois nouveaux experts : M. Lemoigne, spécialiste de la chimie du sol, M. Truhaut, toxicologue, et... Frédéric Joliot-Curie, sans doute choisi pour sa très grande notoriété. Joliot connaît bien Henri Griffon qui lui procure la fameuse mèche de cheveux de Léon Besnard, même si le mystère subsiste quant à son origine. Mais nous sommes déjà en 1958 et la santé de Joliot se dégrade très rapidement. Il décède au mois d'août et sera remplacé par son adjoint au Laboratoire du Collège de France, le physicien Pierre Savel. Ni l'un ni l'autre n'ont eu le temps ni peut-être l'envie de se mêler au débat qui continue autour de l'arsenic. Depuis 1954, M^e Gautrat réclame les notes et cahiers de laboratoire de H. Griffon. Ce dernier, qui n'apprécie que fort peu la démarche de l'avocat, tardera à les remettre et ils ne seront versés au dossier que le 16 février 1961. Les documents qu'il a été contraint de livrer aux cotes du procès sont en fait des notes de laboratoire et des brouillons. Il n'est donc pas étonnant d'y trouver des ratures et des surcharges. Toutefois, on lui reprochera publiquement ces négligences et de ne pas s'appliquer à lui-même les préceptes qu'il enseigne à ses élèves. On tentera même de le déstabiliser, avec succès d'ailleurs, en le soupçonnant d'avoir éliminé certains scellés encombrants après ses analyses.

Pendant ce temps, les contre-experts poursuivent leurs travaux. Finalement, on arrive au troisième et dernier acte du procès qui se déroule à Bordeaux du 20 novembre au 12 décembre 1961. En dépit des conclusions des experts qui considèrent que six des treize cadavres contiennent des traces d'arsenic, Marie Besnard sera interrogée sur la mort suspecte de onze personnes de son entourage. Un long débat reprend qui va encore porter essentiellement sur les résultats des experts de 1954. On retrouve Kohn-Abrest qui reste fidèle à la méthode de Marsh et Griffon qui prétend que la méthode Cribier est plus sensible. Les avocats de la défense veulent prouver que les experts de 1954 se sont trompés, que beaucoup trop d'erreurs ont été commises. Les contre-experts vont finir le travail ; ils démontrent à nouveau la solubilité de l'arsenic dans son cycle « biogéochimique ». M. Truffert, à nouveau très clair et sûr de lui, relate ses expériences sur la fixation de l'arsenic par un cheveu trempé dans une eau très légèrement chargée. Il se propose même de refaire ses expériences en public. De tels arguments effacent les derniers doutes et M^e Gautrat mettra la touche finale avec beaucoup de brio et d'assurance : « ... *tout le procès de Marie Besnard repose sur un mensonge et sur une erreur* ». Le 13 décembre 1961, tous les chefs d'accusation contre Marie Besnard sont rejetés ; elle est acquittée. Marie Besnard retournera finir ses jours dans sa bonne ville de Loudun où elle décèdera en 1980. Peu rancunière, elle a légué son corps à la Faculté de médecine.

Quand les neutrons s'en mêlent

À la suite du procès de 1954, Joliot sera donc contacté avec l'espoir que ce grand scientifique puisse, en dehors des passions, éclairer le tribunal sur le problème du dosage de l'arsenic. Il en parle à son adjoint et chimiste de confiance, Pierre Süe, qui met alors au point une nouvelle méthode de dosage spécifique de l'arsenic par activation neutronique. Cette méthode est décrite par le Dr Michon, médecin légiste, lors d'un colloque de Saclay en 1955 [11]. Sous l'action des neutrons, l'arsenic contenu dans l'échantillon irradié va donner une petite quantité de « radioarsenic » ^{76}As , radioactif, émetteur γ de 26 heures de période. Après l'irradiation, une quantité connue d'arsenic stable est rajoutée comme entraîneur pour mesurer le rendement de l'extraction de l'arsenic du milieu réactionnel obtenue par distillation sous forme de chlorure AsCl_3 et précipitation sous forme « métallique ». La séparation chimique de l'arsenic est indispensable pour faire une mesure correcte de la radioactivité de ^{76}As par spectrométrie γ car, au cours de l'irradiation, de nombreux autres éléments présents dans le cheveu sont également activés et leurs rayonnements créent un fond continu important ou interfèrent avec ceux de l'arsenic. Les éléments traces les plus gênants sont le brome et encore une fois l'antimoine ; en effet, les détecteurs scintillateurs utilisés à cette époque pour mesurer les rayonnements γ n'ont pas une résolution en énergie suffisante et ils confondent les photons émis par ^{76}As à 559 keV avec ceux de ^{82}Br à 554 keV et ceux de ^{122}Sb à 564 keV. La mesure de spectrométrie se fait donc après séparation chimique sur le précipité et le calcul de son activité spécifique permet de remonter à la concentration en arsenic. Cette méthode permet de doser des quantités d'arsenic de l'ordre du dixième de nanogramme, soit une sensibilité dix mille fois supérieure à la méthode de Cribier. Elle a sans doute été utilisée dans l'affaire « Marie Besnard » mais uniquement sur la mèche de cheveux présumée de Léon Besnard. La partie civile clamera au procès de 1961 que Joliot a trouvé de l'arsenic dans les cheveux du mari défunt, mais le savant ne pourra témoigner car il est décédé en 1958 : « ... ce grand français ne peut plus rien dire et tout le monde va le faire parler » écrira Pierre Dumas dans le journal *Sud-Ouest*.

L'affaire « Napoléon »

Le procès de Marie Besnard a montré l'importance accordée aux cheveux dans les analyses toxicologiques concernant l'arsenic. Cette importance est peut-être d'ailleurs excessive car on sait que la présence d'arsenic dans les viscères et les cheveux ne suffit pas pour prouver qu'il y a eu intoxication. Les apports du procès de Marie Besnard à la toxicologie et à la médecine légale sont considérables et doivent désormais inciter les experts à la prudence. Pourtant, le dernier procès n'a pas encore eu lieu en octobre 61 lorsqu'un stomatologue suédois, Sten Forshufvud, publie dans *Nature* de bien curieux résultats qui font apparaître que les cheveux de Napoléon, prélevés sans doute après sa mort, contiennent une quantité anormale d'arsenic. Les mesures ont été effectuées par Hamilton Smith en analyse par activation neutronique à l'université de Glasgow [12]. Le plus étonnant, c'est que H. Smith a également mesuré une teneur élevée de 10 ppm dans une mèche de cheveux de l'empereur datant de 1805 offerte au peintre Isabey. Forshufvud en conclut que Napoléon est mort d'une intoxication chronique à l'arsenic depuis 1805 et que cette

intoxication est d'origine criminelle [13]. Il ne reste plus qu'à trouver un accusé, mais on va bientôt en trouver un. L'affaire Napoléon commence.

Nous avons choisi délibérément de regarder cette affaire comme un procès en le comparant aux deux précédents. Une première constatation s'impose : le dossier de l'accusation repose uniquement sur la présence « anormale » d'arsenic. On pourrait déjà discuter du niveau « normal » de l'arsenic dans un cheveu prélevé en 1805 ou 1820. Ensuite, la cohérence de l'hypothèse d'un empoisonnement implique de proposer un accusé. C'est ici qu'intervient un homme d'affaires canadien du nom de Ben Weider, séduit par la thèse de Sten Forshufvud et grand admirateur de l'empereur. Il « ouvre » le procès en 1978 en désignant un coupable auquel personne n'avait pensé : Charles de Montholon, accusé d'avoir assassiné l'empereur pour le compte des royalistes. Selon la méthode employée par la Marquise de Brinvilliers, il aurait empoisonné l'empereur à petit feu. Il est difficile à Montholon de se défendre, d'autant plus que l'un de ses descendants, François de Candé-Montholon témoigne contre lui. Ben Weider n'a aucun mal à trouver des témoins à charge. Parmi eux, le Professeur Maury accuse Montholon d'avoir empoisonné l'empereur par dépit amoureux ; sa femme Albine aurait cédé aux avances de Napoléon. On se souvient que Marie Besnard fut accusée d'une liaison avec son valet de ferme. Toujours la rumeur incontrôlable, invérifiable ; mais l'Histoire ne s'écrit pas sur des rumeurs et les historiens rejettent ces hypothèses plus ou moins fantaisistes [14]. Quant aux médecins, ils sont pour le moins sceptiques devant cette thèse de l'empoisonnement. Les signes cliniques et anatomiques du cancer de l'estomac décrits dans les multiples mémoires ou les rapports d'autopsie que les contemporains de Napoléon nous ont légués ne laissent que peu de doutes sur les raisons véritables de sa mort. Toutefois, il reste que l'arsenic est présent dans les cheveux de l'empereur. Il demeure, depuis 1961, comme au procès de Marie Besnard, au centre d'un débat régulièrement alimenté par les toxicologues dès qu'un cheveu devient accessible à leur savant exercice.

Pour défendre Montholon, les contre-experts auraient beau jeu de démontrer que la présence d'arsenic dans les cheveux n'est pas une preuve d'intoxication, encore moins d'empoisonnement. Pour prouver l'intoxication, il faudrait tout d'abord savoir si le toxique est endogène et donc s'il a été ingéré par la victime. Mais les poudres qui permettaient à cette époque de conserver maintes reliques précieuses ne contenaient-elles pas de l'arsenic ? A-t-on utilisé ces poudres pour conserver les cheveux de l'empereur ? Il est également bien établi que l'on administrait au XIX^e siècle des sels arsenicaux pour de nombreuses indications thérapeutiques des plus variées : d'abord comme fortifiants et stimulants, mais aussi contre certaines maladies vénériennes, parasitaires, cutanées ou cancéreuses. Les raisons d'enrichir son patrimoine biologique arsenical étaient nombreuses au XIX^e siècle ; elles le sont d'ailleurs encore au XXI^e siècle dans certaines régions du globe où les populations sont menacées par de très sévères pollutions en arsenic des nappes phréatiques (Inde, Bangladesh, Mexique). Les hypothèses candidates à l'explication de la présence d'arsenic dans les capillaires impériaux ne manquent pas, notamment entre 1805 et 1815, période durant laquelle l'hypothèse de l'empoisonnement apparaît peu crédible. Hormis l'arsenic, on sait par les mémoires de Marchand ou de Saint-Denis qui en décrivent par le menu la chronologie des causes et des effets, que du calomel contre la constipation et de

l'antimoine comme émétique furent prescrits à l'empereur durant les derniers jours de sa vie à Sainte-Hélène. L'hypothèse d'une polyintoxication arsenicale, antimonique et mercurielle, aggravée par les cyanures d'un sirop d'orgeat, n'a pas manqué d'être émise par certains défenseurs de la thèse de l'assassinat. Fort heureusement, il ne peut plus y avoir de confusion entre l'arsenic et l'antimoine comme par le test des anneaux de Marsh et toutes les analyses récentes confirment les premiers résultats de Hamilton Smith : il s'agit bien d'arsenic et non d'antimoine que l'on mesure en excès dans les cheveux de Napoléon.

Finalement, comme disait Raspail, l'arsenic est partout, dans les aliments, dans les médicaments, mais aussi chacun sait qu'il était présent dans les pigments des papiers peints et dans les émanations et poussières du feu de cheminée ; cela pouvait être le cas à Longwood dans la chambre froide et humide où Napoléon se chauffait à la chaleur d'un poêle qui était maintenu allumé en permanence. L'arsenic abondait également dans les produits raticides déjà utilisés à cette époque ou même dans les plombs et la poudre du fusil qu'utilisait Napoléon pour tuer les rats qui pullulaient sur l'île. Tout le monde vous dira que l'île de Sainte-Hélène est volcanique et donc que les terres et les eaux pouvaient être enrichies en arsenic etc... On se demande finalement comment Napoléon a pu survivre dans un tel environnement hostile sans parler des membres de son entourage dont certains pouvaient avoir de bonnes raisons de lui en vouloir. Mais cela suffira-t-il pour acquitter Montholon ?

Quand les photons remplacent les neutrons

Le débat « historico-scientifique » concernant la thèse de l'empoisonnement de Napoléon est à nouveau centré sur l'arsenic. Nous avons été brièvement impliqués dans ce débat à la demande de I. Ricordel, directeur du Laboratoire de toxicologie de la préfecture de police de Paris, ce même laboratoire que dirigea H. Griffon de 1941 à 1970. Isabelle Bourdial, journaliste à *Science et Vie*, est à l'initiative de ce projet de recherche. En effet, à l'issue d'un débat au Sénat faisant suite à la parution de l'ouvrage de Ben Weider « *Napoléon est-il mort empoisonné ?* » [15], elle est consciente de la fragilité des arguments scientifiques étayant la thèse de l'empoisonnement. Elle sollicite alors I. Ricordel pour qu'il prenne la direction scientifique d'une étude sérieuse susceptible d'apporter un nouvel éclairage et, si possible, des précisions techniques irréfutables concernant la signification des concentrations d'arsenic mesurées dans les cheveux. Elle parvient à se procurer auprès de deux collectionneurs, Pierre Jean Chalançon et Jean Tranier, des mèches de cheveux prélevées sur la tête impériale à différentes époques de sa vie, mais aussi des cheveux de ses trois sœurs.

Pour les mesures, nous avons envisagé dans un premier temps l'analyse par activation neutronique que nous avons pratiqué au Laboratoire Pierre Süe à Saclay pendant de nombreuses années. Nous connaissions les résultats du dosage de l'arsenic dans un cheveu de l'empereur, effectué par nos collègues du CEA, S. Ayrault et D. Piccot, pour le compte de M. Maury, du parti des « empoisonnistes ». D'ailleurs, les teneurs modestes mesurées par nos collègues – 4 à 5 ppm – n'ont pas désarmé M. Maury, déjà convaincu de la culpabilité de Montholon. Cependant, la méthode d'analyse par activation est lourde puisqu'elle nécessite une irradiation en réacteur nucléaire. De plus, l'irradiation altère l'échantillon mais surtout, en dépit d'une meilleure résolution

des spectromètres gamma actuels, on est toujours contraint de séparer l'arsenic du milieu pour obtenir une sensibilité suffisante. La méthode est donc destructrice et ceci interdit toute mesure répétitive sur le même échantillon. Nous proposons alors une autre voie d'approche par une nouvelle technique, la microfluorescence X au rayonnement synchrotron, pratiquée au LURE à Orsay par P. Chevallier [16]. Cette technique possède un double avantage : elle est non destructive et on peut donc envisager des mesures répétitives ou d'autres investigations sur le même échantillon ; par ailleurs, elle est ponctuelle et va donc permettre de réaliser un profil de variation de la concentration en arsenic le long du cheveu, ce qui est la seule méthode pour tenter d'identifier une intoxication aiguë. Il est en effet bien connu des toxicologues que le cheveu de tout individu enregistre la consommation en xénobiotiques, dont l'arsenic, au rythme de sa croissance, soit environ 1 mm tous les deux ou trois jours. L'arsenic véhiculé par le sang va diffuser des vaisseaux capillaires de la papille vers les cellules du cheveu en formation, à la base du canal médullaire. Il est alors définitivement fixé à la kératine de ces cellules particulières par l'intermédiaire de ponts « disulfures » et il va migrer comme elles lors de la pousse du cheveu. Un empoisonnement par intoxication aiguë devrait donner un pic de concentration en arsenic correspondant au jour de l'ingestion.

La méthode de Griffon et Barbaud

Déjà en 1951, H. Griffon – celui du procès Besnard – proposait une méthode originale de recherche non destructive mais semi-quantitative de l'arsenic le long d'un cheveu par activation aux neutrons de réacteur [10]. La réaction d'activation $^{75}\text{As}(n,\gamma)^{76}\text{As}$ étant très favorable, il était possible de localiser une quantité anormale d'arsenic par les émissions de photons γ de ^{76}As . L'expérience fut présentée par Joliot en séance de l'Académie des sciences : le cheveu était irradié aux neutrons de la pile Zoë et à l'aide d'un compteur Geiger muni d'un collimateur en plomb, on mesurait les variations de radioactivité le long du cheveu. Le problème, c'est que le compteur mesurait toute la radioactivité sans distinguer l'émetteur. Or dans un cheveu, plusieurs éléments s'activent très bien dans un flux de neutrons, surtout Na et Cu et certains éléments traces tels que Br, I, etc. sans oublier Sb. On retrouve l'antimoine décidément inséparable de l'arsenic. Trop de doutes et d'incertitudes feront de la « méthode de Griffon et Barbaud » une technique « élégante » mais inutilisable quantitativement.

La microfluorescence X

Au lieu d'irradier le cheveu aux neutrons, nous allons le « balayer » par un faisceau de photons produits par le rayonnement d'un anneau synchrotron. Ce rayonnement X a la particularité d'être très intense et directionnel. On peut donc le faire passer par un monochromateur pour sélectionner l'énergie des photons qui vont exciter l'échantillon. Dans le cas du dosage de l'arsenic, c'est très important car on retrouve la raie de fluorescence K_{α} et celle d'une fluorescence L du plomb très exactement à la même énergie de 10,5 keV. La résolution physique de cette interférence est obtenue par un faisceau à 12,5 keV en sortie du monochromateur qui va permettre d'ioniser les couches K de l'arsenic sans « toucher » aux niveaux L du plomb. Le faisceau d'environ 1 mm de diamètre est suffisamment

intense pour pouvoir exciter un échantillon de petite taille tel qu'un cheveu sur toute son épaisseur. L'intensité de la raie X de fluorescence permet de calculer la concentration en As dans la matière « irradiée ». En déplaçant l'échantillon devant le faisceau avec un pas de 1 mm, on va pouvoir établir un profil complet de la concentration en As le long du cheveu. La limite de détection est de l'ordre de la ppm, ce qui correspond à mesurer un picogramme (10^{-12} g) dans une section de 1 mm d'un échantillon de cheveu qui pèse moins de 1 mg. Cette sensibilité nous permet de mesurer avec précision des teneurs physiologiques « normales » de 0,1 à 1 ppm à partir d'un seul cheveu. Nous avons effectué près d'un millier de mesures en 2001 et 2002 sur 16 cheveux de quatre origines différentes « supposés avoir été prélevés sur le crâne de Napoléon 1^{er} » : les premiers appartiennent à des mèches coupées en 1805, puis une autre mèche coupée à l'île d'Elbe en 1814, enfin une autre pendant son séjour à Sainte-Hélène à une date non précisée et une dernière plus importante prélevée le 6 mai 1821, le lendemain de sa mort ; nous avons également analysé des cheveux « présumés » de ses sœurs Pauline, Caroline et Élysa.

Discussion

Nos résultats ont été commentés par I. Ricordel au cours de la conférence de presse qui s'est tenue le lundi 28 octobre 2002. En résumé, on peut dire tout d'abord qu'il y a de l'arsenic dans tous les échantillons de cheveux analysés à une teneur supérieure à ce qui est admis aujourd'hui comme une teneur normale, y compris dans les cheveux de 1805 (11 ppm) et de 1814 (60 ppm). On remarque une grande dispersion des résultats entre 10 et 100 ppm. On confirme le résultat obtenu par H. Smith qui mesurait 10 ppm dans un cheveu de 1805. Il y a aussi de l'arsenic dans les cheveux des sœurs de l'empereur. A partir des profils de concentration le long d'un cheveu, on peut noter que l'arsenic est présent chaque jour et sans variations notables de concentration ; en d'autres termes, il n'apparaît pas de pic qui témoignerait d'une absorption massive d'arsenic pendant une courte durée. Enfin, dans certains échantillons, on a pu détecter d'autres toxiques en particulier du mercure et de l'or.

Le caractère hétérogène de nos résultats dans les cheveux d'une même mèche de l'empereur prélevée après sa mort, la valeur très élevée des concentrations mesurées sur les cheveux de 1805 et surtout de 1814 et, plus étonnant, les taux relativement importants déterminés dans les cheveux des sœurs de Napoléon, rendent toute interprétation difficile. Pour appréhender sérieusement la signification de tels résultats, il apparaît nécessaire de mener une étude approfondie sur les mécanismes d'incorporation de l'arsenic exogène dans les cheveux. Ce souci s'était déjà exprimé dans les observations des experts et scientifiques appelés à la barre lors du procès de Marie Besnard. Le débat est encore très ouvert sur le sujet et des avis opposés de scientifiques sont encore aujourd'hui formulés avec la même conviction dans la presse internationale [17-19]. Finalement, pour parodier l'arrêt de la Cour d'assises de Bordeaux du 1^{er} avril 1954, nous sommes réduits « en l'état actuel de la science » à l'impossibilité de conclure sur l'existence « d'intoxications arsenicales antérieures à la mort » de Napoléon.

Comme l'a écrit Jean Tulard, historien spécialiste de l'ère napoléonienne : « le travail de l'historien s'arrête lorsqu'il n'y a plus de preuve ». Or, dans cette affaire comme d'ailleurs

dans celle de Marie Besnard, il n'y a pas l'ombre d'une preuve de l'origine criminelle de la présence de l'arsenic, aussi indubitable soit-elle. Il convient donc d'être très réservé sur la présence de ce toxique qui a « empoisonné » tant de procès. Dans les affaires Lafarge et Besnard, les principales victimes de l'arsenic ont peut-être finalement été les accusées Marie Capelle et Marie Besnard. Dans l'affaire Napoléon, un dossier d'accusation a été monté de toutes pièces ; on a inventé un « accusé » posthume, le comte de Montholon, personnage parfois décrié par les historiens, mais cela n'en fait pas pour autant un coupable. Dans ces trois affaires, c'est avant tout la rumeur qui a conduit des magistrats à instruire ou des passionnés à assouvir des convictions. Marie Capelle et Marie Besnard en ont payé le prix fort. Le Maître de forges Charles Lafarge serait mort de la typhoïde et Léon Besnard, l'époux de la « bonne dame de Loudun » d'une crise d'urémie. L'empereur Napoléon, quant-à-lui, aurait été victime des complications d'un cancer de l'estomac.

Références

- [1] Marsh J., *Journal de Pharmacie*, **1837**, 23, p. 553.
- [2] Bertrand G., *Ann. Chim. et Phys.*, **1903**, 29, p. 242.
- [3] Troost L., Péchard L., *Traité Élémentaire de Chimie*, Masson et Cie, 24^e édition, **1948**.
- [4] Rose H., *Pogg. Ann.*, **1840**, 51, p. 423.
- [5] Gutzeit G., *Pharm. Zeitung*, **1879**, 24, p. 263.
- [6] Cribrier J., *Journ. Pharm. Chim.*, **1921**, 24, p. 241.
- [7] Bourret J., Badinand A., Serusclat F., *Ann. méd. lég.*, **1953**, 33, p. 144.
- [8] Favreau-Colombier J., *Marie Besnard - le procès du siècle*, Éd. Privat, **1999**.
- [9] Héricotte R., *Marie Besnard ou la justice empoisonnée*, Éd. J. A., **1980**.
- [10] Griffon H., Barbaud J., *Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences*, **1951**, p. 1455.
- [11] Michon R., *Comptes-rendus de la Journée d'Information consacrée aux applications des radioéléments artificiels à l'analyse chimique, Saclay*, **1955**, note CEA n°134, p. 23.
- [12] Smith H., *Anal. Chem.*, **1959**, 31, p. 1361.
- [13] Forshufvud S., Smith H., Wassen A., *Nature*, **1961**, 4798, p. 103.
- [14] Macé J., *Empoisonnement de Napoléon*, vol. 1, pp. 720-724, dans le *Dictionnaire Napoléon* de J. Tulard, Fayard, **1999**.
- [15] Ben Weider C.M., *Napoléon est-il mort empoisonné ?*, Pygmalion, **1999**.
- [16] Meyer G., Chevallier P., Ricordel I., *Comptes-rendus des journées de spectrométrie X et γ , Saclay, octobre 2002* (à paraître).
- [17] Hindmarsh J.T., Corso P.F., *The death of Napoleon Bonaparte: a critical review of the cause*, Oxford University Press, **1998**.
- [18] Hindmarsh J.T., Corso P.F., Les cheveux de Napoléon, source externe ou ingestion d'arsenic, Lettre à la rédaction de *Annales de toxicologie analytique*, **2002**, vol. XIV, n° 2, p. 132.
- [19] Kintz P., Réponse de l'auteur, *Annales de toxicologie analytique*, **2002**, vol. XIV, n° 2, p. 133.



G. Meyer

Georges Meyer

est ingénieur-chercheur à l'INSTN/UECCC du CEA/ Saclay*.

Pierre Chevallier

est maître de conférences au LURE d'Orsay**.



P. Chevallier

Ivan Ricordel

dirige le Laboratoire de toxicologie de la préfecture de police de Paris***.



I. Ricordel

* INSTN/UECCC CEA/Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette.
Tél. : 01 69 08 63 13.

E-mail : georges.meyer@cea.fr

** LURE Campus d'Orsay, Université Paris 11, 91405 Orsay Cedex.

E-mail : pierre.chevallier@lure.u-psud.fr

*** Laboratoire de toxicologie de la préfecture de police de Paris, 2 Place Mazas, 75012 Paris.

E-mail : prefpol-labotoxico.directeur@wanadoo.fr