

« nomie animale, parce que là les composés mercuriels sont incessamment en contact avec des chlorures alcalins et avec l'air ; on conçoit qu'alors l'oxygène contenu dans l'oxyde de mercure d'un sel de protoxyde ou d'un sel de bi-oxyde se porte sur le métal du chlorure pour l'oxyder, et que le chlore de celui-ci se combine avec le mercure de l'oxyde décomposé. Si la préparation mercurielle n'est pas à base d'oxyde, l'air fournit de l'oxygène et les effets sont les mêmes »

Voici à l'appui de ce fait une expérience curieuse : « Douze heures après avoir pris 6 décigrammes de protochlorure de mercure, mon urine contenait un composé mercuriel soluble (sublimé corrosif) ; il suffisait de filtrer ce liquide et d'en mettre une goutte en contact avec une lame de cuivre parfaitement décapée, pour que celle-ci se recouvrit à l'instant même d'une couche de *mercure métallique*. »

§ III.

Des préparations de cuivre, du cuivre métallique, des émanations de cuivre, et du cuivre naturellement contenu dans le corps de l'homme et dans certains liquides alimentaires.

CUIVRE MÉTALLIQUE. Quelque divisé que soit le cuivre métallique, il n'est point vénéneux ; les expériences et les observations de *Thomas Bartholin*, *d'Amatus Lusitanus*, de *Lamotte*, *d'Hévin*, de *Drouard*, etc., ne laissent aucun doute à cet égard ; en effet, ces auteurs ont souvent constaté son innocuité chez l'homme et chez des animaux qui en avaient avalé des quantités notables. Cependant je crois devoir consacrer un article à son histoire, parce que, dans certaines circonstances, il peut arriver que des alimens solides ou liquides cuits dans des vases en cuivre, soient rendus vénéneux par une portion de ce métal avec laquelle ces alimens se sont unis ; ainsi, que l'on fasse bouillir dans un chaudron de cuivre *jaune*, et mieux encore de cuivre *rouge*, pendant une heure ou deux de l'eau distillée tenant en dissolution 1/20^e de son poids de chlorure de sodium, la dissolution *contiendra du cuivre* comme on pourra s'en assurer en l'évaporant jusqu'à siccité, et en traitant le produit par l'acide

acétique ; on obtiendra de l'acétate de bioxyde de cuivre facile à reconnaître (*voyez p. 442*) (*Eller*, physicien de Berlin). D'un autre côté, que l'on fasse bouillir dans un chaudron de cuivre un litre d'eau contenant 130 grammes de chlorure de sodium, du bœuf, du lard et du poisson ; le bouillon *filtré* renfermera du cuivre, qu'il sera facile de déceler par une lame de fer ; le *bœuf parfaitement lavé*, pendant plusieurs jours, pour le débarrasser du bouillon dont il était imprégné, en contiendra aussi, car il suffira de le traiter à la température de l'ébullition par de l'eau aiguisée d'acide acétique pour obtenir un *solutum*, dans lequel on constatera la présence du cuivre, en l'évaporant jusqu'à siccité, en carbonisant par l'acide azotique le produit de l'évaporation et en traitant le charbon par de l'eau acidulée par l'acide acétique. *Eller* s'est trompé en disant d'une manière absolue que le bouillon obtenu dans ces sortes d'expériences ne renferme point de cuivre ; apparemment qu'il n'avait agi qu'avec une très petite proportion de chlorure de sodium, et avec une grande quantité de substances alimentaires ; dans ce cas, en effet, la matière organique s'empare de la totalité du cuivre qui avait pu être dissous par le bouillon et transforme ce métal en un composé insoluble qui se trouve exclusivement dans les matières solides.

Il est inutile de faire ressortir l'importance de ces faits dans certaines expertises médico-légales dans lesquelles il s'agirait d'alimens assaisonnés qui auraient été préparés dans des vases de cuivre jaune ou rouge et qui auraient donné lieu à des accidens.

On avait avancé à tort que du lait, du thé, du café, de la bière et de l'eau de pluie que l'on avait fait bouillir pendant une heure ou deux dans un chaudron de cuivre, tenaient en dissolution une certaine quantité de ce métal. *Eller* a prouvé par des expériences concluantes, qu'il n'en est rien.

S'il s'agissait de constater *la présence du cuivre métallique* précipité d'une dissolution cuivreuse par une lame de fer et déposé sur elle, problème que l'on sera souvent appelé à résoudre, on laverait cette lame avec de l'eau distillée, on l'essuierait entre deux feuilles de papier joseph, et après avoir reconnu qu'elle

offre la couleur rouge du cuivre, on verserait sur les parties rouges une ou plusieurs gouttes d'ammoniaque liquide; quelques minutes après l'exposition au soleil de la lame ainsi disposée, l'ammoniaque serait colorée en bleu, parce qu'il se serait formé du bioxyde de cuivre et ultérieurement de l'ammoniaque de ce bioxyde de couleur bleue. On pourrait encore détacher à l'aide d'un canif, et avec précaution, le cuivre appliqué sur les deux faces de la lame de fer; la limaille obtenue, quoique mêlée d'un peu de fer, offrirait toutes les propriétés physiques du cuivre; cependant pour être certain qu'elle est presque entièrement formée par ce métal, on devrait la chauffer avec de l'acide azotique étendu de son poids d'eau qui dissoudrait le cuivre et le fer; en faisant évaporer la liqueur jusqu'à siccité, il resterait de l'azotate de cuivre mêlé d'une petite proportion d'azotate de fer; pour séparer ces deux sels, on les ferait bouillir pendant deux ou trois minutes avec de l'ammoniaque liquide qui transformerait l'azotate de cuivre en azotate de cuivre ammoniacal soluble, sans dissoudre sensiblement de fer; cet azotate double étant filtré et évaporé jusqu'à siccité, donnerait un produit qui se colorerait fortement en rouge brun par le cyanure jaune de potassium et de fer, et qui se comporterait avec d'autres réactifs, comme les sels de bioxyde de cuivre.

ÉMANATIONS DE CUIVRE. Les ouvriers qui travaillent le cuivre sont exposés à deux sortes d'affections: la première due au plomb avec lequel le cuivre peut être allié, ne diffère pas de la *colique des peintres* (voyez PLOMB). L'autre se montre sous une forme très différente et porte le nom de *colique de cuivre*; dans celle-ci les douleurs sont permanentes avec des exacerbations; elles augmentent par la pression extérieure; elles sont accompagnées de chaleur vive dans l'abdomen et d'un appareil fébrile proportionné à l'intensité des symptômes abdominaux; des vomissemens verdâtres ont lieu comme dans la colique saturnine; mais au lieu de constipation il y a ici des selles abondantes, glaireuses, verdâtres, fréquemment répétées, accompagnées quelquefois de ténésme; c'est une véritable inflammation gastro-intestinale produite par l'introduction du cuivre dans les organes digestifs. Les lapidaires, les monteurs et tourneurs en cuivre, les bijoutiers

en faux, les marchands de vieux métaux, les chaudronniers, sont par leur profession spécialement exposés à la colique de cuivre qui est infiniment plus rare que la colique saturnine.

CUIVRE NATURELLEMENT CONTENU DANS LE CORPS DE L'HOMME ET DANS CERTAINS LIQUIDES ALIMENTAIRES. En 1830 M. Sarzeau (de Rennes) publia dans le *Journ. de Pharmacie*, t. XVI, un Mémoire dans lequel il établissait positivement l'existence du cuivre dans certains *végétaux* et dans le *sang*, et où se trouve le passage suivant: « *Il est naturel de penser que les matières animales en contiennent; il se trouve nécessairement dans les muscles, dans les os, dans toute l'organisation.* » Il déterminait par des expériences nombreuses combien le quinquina, le café, la garance et le sang renfermaient de ce métal, et il arriva à cette conséquence, qu'en général ces substances en contiennent très peu; ainsi, pour ce qui concerne le sang, il prescrivit d'agir au moins sur 500 grammes de ce fluide, si l'on voulait en démontrer la présence. Dans une autre partie de son Mémoire, il calcula la quantité de cuivre avalée avec le pain seulement par les habitans de la France, au nombre de trente millions pendant une année (année 1830), et il évalua cette quantité à 3,650 kil. Enfin il fit pressentir combien l'existence naturelle du cuivre dans le corps de l'homme, pouvait compliquer les expertises médico-légales relatives à l'empoisonnement par les sels cuivreux. Déjà bien avant M. Sarzeau, Gahn, Meissner et Vauquelin avaient retiré du cuivre de certains végétaux; ce dernier savant avait même trouvé ce métal dans le *sang* plusieurs années avant M. Sarzeau, mais comme il s'était servi d'un vase de cuivre pour faire l'expérience, il crut, à tort, que le métal provenait du vase et non du *sang*. En 1832 M. Perneti (de Rome) annonça l'existence du cuivre dans les vins. En 1833 M. Boutigny en retirait du blé et d'un grand nombre d'autres substances. En 1837 M. Bouchardat le trouvait dans les moules. En 1838 MM. Hervy et Devergie obtinrent quelques traces de ce métal en incinérant plusieurs des organes de l'homme et de la femme, quel que fût leur âge et quelle que fût la maladie à laquelle ils avaient succombé; ils constatèrent encore sa présence chez un enfant nouveau-né. Enfin, en 1840, après avoir reconnu que le sang, le foie, le canal digestif, etc.,

de l'homme renferment du cuivre, j'indiquai un procédé simple et exact à l'aide duquel il est permis de décider si du cuivre obtenu en faisant une expertise médico-légale *provient d'un empoisonnement*, ou de la petite proportion de celui qui est *naturellement contenu dans le corps de l'homme* (V. les nombreuses expériences que j'ai tentées à cet égard, t. VIII des *Mémoires de l'Académie royale de médecine*).

Le croira-t-on? Après tant d'imposans travaux, MM. Flandin et Danger poussèrent la légèreté et l'imprudencé jusqu'à dire *qu'il n'existe point de cuivre dans le corps de l'homme*; dans un premier travail lu à l'Académie des sciences le 24 avril 1843, ils soutiennent cette proposition avec un aplomb imperturbable, et ils s'appuient sur ce qu'ils n'ont point trouvé ce métal en procédant par une *méthode nouvelle* qui, suivant eux, permettait pourtant de découvrir un *cent millième* de cuivre, et sur ce que ayant fait prendre de très petites doses d'un sel cuivreux à des chiens pendant long-temps, ils ne décelaient pas le cuivre dans le foie de ces animaux. D'après eux, l'école toxicologique moderne, bien autrement exacte que l'ancienne, sait se mettre à l'abri des causes d'erreur; ainsi elle écarte les réactifs impurs et qui pourraient contenir du cuivre; elle n'incinère pas les matières organiques dans des creusets de porcelaine; afin d'éviter le cuivre que pourrait contenir la cendre qui voltige autour des creusets et qui pénètre dans leur intérieur, elle incinère en vaisseaux clos dans un tube de porcelaine.

Une pareille annonce ne pouvait pas rester sans réponse: aussi trois de mes élèves, MM. Barse, Lanaux et Follin adressèrent-ils en août 1843 un Mémoire à l'Académie des sciences dans lequel ils réfutaient par des faits nombreux l'étrange prétention de MM. Flandin et Danger, et demandaient à prouver par des expériences irrécusables l'exactitude de leurs assertions. Il n'avait encore été donné aucune suite à cette demande, lorsque en octobre 1844 MM. Flandin et Danger, plus mal inspirés qu'en 1843, firent un nouveau travail dans lequel non-seulement ils persistaient dans l'opinion erronée qu'ils avaient d'abord émise, mais encore ils citaient, *pour les attaquer*, les passages de mon Mémoire et de celui de M. Devergie ayant trait à l'existence du

cuivre naturellement contenu dans le corps de l'homme; ils allèrent plus loin; oubliant toutes les convenances, ils compromirent l'un des membres de la commission (M. Pelouze) en annonçant que les expériences qu'ils croyaient si probantes avaient été faites en sa présence: c'était un moyen plus adroit que loyal de persuader au public que leurs assertions étaient vraies. Mais que peuvent de pareils stratagèmes devant les faits? La vérité est bien autrement puissante que des manœuvres propres tout au plus à faire obtenir un succès bien éphémère. Aussi qu'est-il arrivé? C'est que M. Pelouze, sur l'insistance de MM. Barse, Lanaux et Follin, a retiré du cuivre du foie de l'homme, dès qu'il a abandonné le procédé vicieux inventé par MM. Flandin et Danger pour suivre celui que j'emploie; désormais MM. Flandin et Danger ne pourront se refuser à admettre ce qu'ils ont nié avec tant d'obstination et il ne restera de tout le bruit qu'ils ont suscité qu'une nouvelle erreur à ajouter à tant d'autres.

Preuves de l'existence du cuivre dans le corps de l'homme non empoisonné. On carbonise la moitié d'un foie ou le canal digestif, en chauffant dans une capsule de porcelaine ces organes coupés en petits morceaux; cette carbonisation peut être opérée soit par le feu, soit par l'acide azotique concentré et pur, soit par ce même acide mêlé d'un quinzième de son poids de chlorate de potasse, soit enfin par l'acide sulfurique pur et concentré. On lave le charbon à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, afin de rendre l'incinération plus facile et plus complète; on l'incinère ensuite en le chauffant dans un creuset de porcelaine, à l'aide de la lampe de Berzélius, ou mieux encore en faisant passer un courant d'air atmosphérique pendant une ou deux heures sur ce charbon préalablement disposé dans un tube de porcelaine, que l'on maintient à une chaleur rouge dans un fourneau à réverbère. On peut également procéder à cette incinération en chauffant le creuset dans un fourneau *ordinaire* alimenté par du charbon; il faut seulement éviter, dans ce cas, que la cendre produite par ce charbon ne s'introduise dans le creuset, ce à quoi on parvient aisément en fermant celui-ci avec son couvercle, en n'enlevant ce couvercle que de temps à autre pour que le charbon puisse recevoir le contact de l'air et en ne soufflant pas le feu pendant

que le creuset est ouvert. Quoi qu'il en soit on fait bouillir la cendre avec de l'eau distillée pour lui enlever la majeure partie des sels solubles; on filtre la liqueur, puis on fait bouillir pendant quelques minutes avec de l'acide chlorhydrique pur, la portion de cendre charbonneuse non dissoute; on filtre et l'on évapore la liqueur jusqu'à siccité pour chasser l'excès d'acide; on dissout le produit de cette évaporation dans l'eau distillée et l'on fait passer un courant de gaz acide sulfhydrique à travers la dissolution; que ce gaz brunisse ou non instantanément cette liqueur, on abandonne celle-ci à elle-même jusqu'à ce qu'il se soit déposé un précipité brun noirâtre composé de sulfure de cuivre et de sulfure de plomb. On décante la liqueur avec une pipette, on lave le précipité avec de l'eau distillée et l'on attend que les deux sulfures se soient déposés de nouveau; on décante encore avec la pipette, puis on introduit le précipité mêlé d'un peu d'eau dans une capsule de porcelaine; on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique et une ou deux gouttes d'eau régale et l'on chauffe légèrement; le soufre des deux sulfures se sépare. On filtre et l'on évapore presque jusqu'à siccité la liqueur dans laquelle se trouvent les chlorures de cuivre et de plomb débarrassés de l'excès d'acide. Dès que la masse est refroidie, on la traite par l'ammoniaque liquide qui dissout le chlorure de cuivre et laisse du protoxyde de plomb; on filtre et l'on sépare le cuivre du chlorure ammoniaco-cuivreux qui se trouve dans la liqueur filtrée, en acidulant légèrement celle-ci et en y plongeant une lame de fer parfaitement décapée.

On peut encore procéder d'une manière *beaucoup plus expéditive et aussi sûre* pour déceler la présence du cuivre; pour cela on fait bouillir pendant quelques minutes la cendre obtenue à l'aide des procédés indiqués plus haut, avec de l'acide chlorhydrique pur mêlé de quelques gouttes d'eau régale; on filtre, on évapore la liqueur jusqu'à siccité et l'on traite le produit desséché par de l'acide chlorhydrique pur étendu de son poids d'eau; on filtre et l'on plonge la lame de fer dans la liqueur filtrée et préalablement acidulée par une ou deux gouttes d'acide chlorhydrique; le cuivre ne tarde pas à se déposer sur le fer.

Est-il indispensable d'incinérer les organes précités pour

obtenir le cuivre qu'ils renferment? Je n'hésite pas à répondre par l'affirmative, si l'on veut extraire la *totalité* du cuivre contenu dans ces organes; mais si l'on tient à démontrer seulement que le cuivre existe dans ces tissus, on parvient à en retirer une *petite partie* soit en faisant *une très forte décoction aqueuse* de plusieurs de nos viscères, en l'évaporant jusqu'à siccité, en carbonisant le produit par l'acide azotique et en *incinérant le charbon* qui en provient, soit en faisant bouillir pendant deux ou trois heures dans l'eau régale, les mêmes viscères, en évaporant jusqu'à siccité le liquide obtenu et en traitant le produit desséché par de l'eau distillée bouillante aiguisée d'acide chlorhydrique.

Existe-t-il un procédé pour découvrir le cuivre qui a été administré comme poison, et qui se trouve dans nos viscères, tandis que ce même procédé serait inefficace pour déceler le cuivre naturellement contenu dans ces mêmes viscères? Oui, certes. *Lorsqu'on traite par l'eau distillée bouillante* pendant 20 à 25 minutes le foie, le canal digestif, etc., d'un individu qui a succombé à un empoisonnement par un sel de cuivre, si ce sel n'a pas encore été complètement éliminé, *la dissolution aqueuse contiendra* une partie du composé cuivreux qui existait dans les viscères, et qui est *légèrement soluble dans l'eau*; si l'on évapore ce *decoctum* jusqu'à siccité, et que l'on carbonise par l'acide azotique le produit desséché, on pourra, en traitant le charbon par l'acide azotique, dissoudre le cuivre d'empoisonnement renfermé dans ce charbon. Jamais, au contraire, *en agissant de même* avec les organes d'un individu non empoisonné, c'est-à-dire en opérant sur le charbon *non incinéré*, on ne retirera la *moindre trace du cuivre qu'ils contiennent naturellement*.

Ici encore M. Gaultier de Claubry a fait une objection sans portée (*V. Médecine légale* de Briand, page 670, 4^e édition): « A la vérité, M. Orfila, dit-il, a bien voulu prouver que l'ébullition avec l'eau n'enlèverait jamais le *cuivre normal*, qu'on ne pouvait l'obtenir qu'en détruisant les produits organiques; « mais en supposant *bien établi* que le cuivre accidentel ne puisse jamais être extrait par l'eau, il n'en resterait pas moins « cette difficulté que certains composés de ce métal formant avec

« des produits de l'organisation des combinaisons sur lesquelles l'eau n'a pas d'action, il faudrait prouver que l'on peut distinguer l'un de l'autre. » La réponse sera facile : 1° plusieurs centaines d'expériences ont déjà prouvé que l'on ne peut enlever la moindre trace du cuivre naturel par l'eau bouillante, pourvu que le *décoctum* évaporé jusqu'à siccité et carbonisé ne soit pas incinéré (V. page 439); 2° quelles sont donc ces combinaisons sur lesquelles l'eau n'a pas d'action; je défie M. Gaultier de Claubry d'en citer une seule qui ne soit pas légèrement soluble dans ce liquide; mes expériences ont été faites tour-à-tour avec des précipités résultant de l'action de plusieurs matières organiques sur des sels de cuivre, et ces précipités avaient été parfaitement lavés, ou bien avec des foies, des rates, etc., d'animaux que l'on avait tués avec un sel de cuivre; constamment l'eau bouillante a dissous une quantité d'un composé cuivreux, faible, sans doute, mais suffisante pour que son existence pût être démontrée dans la dissolution.

Est-il permis de juger, d'après la quantité de cuivre obtenue dans une expertise médico-légale, que ce métal provient plutôt d'un empoisonnement que de celui qui existe naturellement dans le corps de l'homme? Avant de résoudre cette question, voyons quels sont les résultats des expériences tentées par MM. Hervy et Devergie, et qui sont loin d'être assez nombreuses pour que l'on puisse adopter ces résultats sans réserve : 1° la proportion de cuivre naturellement contenu dans le corps de l'homme augmente avec l'âge; elle est extrêmement faible chez l'enfant nouveau-né; à trente ans, elle est quatre à cinq fois plus grande; 2° le cuivre est en proportion variable dans l'estomac et les intestins de l'homme et de la femme adultes; cette proportion ne dépasse pourtant pas 46 millièmes pour les intestins; cependant ce chiffre ne repose pas sur un nombre suffisant d'expériences pour qu'on puisse l'établir comme un terme invariable; 3° une maladie prolongée, pendant laquelle l'alimentation ne s'opère pas, paraît apporter une grande différence dans le poids du métal obtenu; 4° cette différence vient à l'appui de la supposition la plus naturelle à faire sur la source de ce métal dans l'économie animale, à savoir, qu'il y est introduit

par la viande et les végétaux qui servent d'aliments (Devergie, *Médecine légale*, tome III, page 537, 2^e édition).

On voit par ces données que l'on ne sait rien de positif sur la quantité de cuivre naturellement contenu dans nos viscères, et qu'il y aurait, par conséquent, témérité à répondre affirmativement à la question que j'ai posée plus haut. On dira, sans doute, que la proportion de cuivre naturel étant ordinairement très faible, si l'on en trouve beaucoup dans un organe déterminé, le foie, par exemple, après l'avoir incinéré, tout portera à croire que cette forte proportion provient du cuivre d'empoisonnement et non du cuivre naturel. A cela, je répondrai qu'il faut éviter d'incinérer les viscères, pour y chercher le cuivre d'empoisonnement, par les motifs énoncés plus haut, et parce qu'il est préférable d'agir avec l'eau bouillante; que si l'on voulait à toute force suivre ce mauvais procédé, il pourrait certainement arriver que l'on trouvât une quantité de cuivre tellement abondante dans la cendre que tout porterait à croire que ce cuivre provient d'un empoisonnement, sans que pourtant on pût l'affirmer. Mais aussi, après avoir fait cette légère concession, je dirai que l'on se créerait les plus grands embarras, si l'on érigeait en principe qu'il faut procéder par *incinération*; combien de fois, en effet, n'arriverait-il pas que la quantité de cuivre recueillie, après un empoisonnement, serait très minime, parce que déjà une partie du poison cuivreux aurait été éliminée ou par d'autres motifs; quel parti prendrait-on alors? Evidemment on ne pourrait pas dire que ce cuivre provient plutôt d'un empoisonnement que de celui qui existe naturellement dans nos viscères. En me résumant sur ce point, j'établirai donc que, dans beaucoup de cas, l'expert ne saurait affirmer, d'après la quantité de cuivre extraite d'un organe, que ce métal provient d'un empoisonnement, tandis qu'il peut le faire constamment en agissant avec l'eau distillée bouillante, comme je l'ai prescrit à la page 439.

De l'acétate de cuivre neutre.

Comment peut-on reconnaître que l'empoisonnement a eu lieu par l'acétate de cuivre?