

PLAIDOYER DE L'ONG LES AMIS DE LA TERRE-TOGO

**EN FAVEUR DE PARTENARIATS UNIVERSITAIRES EN VUE D'UNE
REFORME DES PROGRAMMES D'ETUDES POUR DES OPTIONS SANS
MERCURE DANS LES CABINETS DENTAIRE**

MOUGUE Bibi Pacôme
Juriste environnementaliste,
Pour l'ONG Les Amis de la Terre-Togo

L'amalgame apparait vraisemblablement comme un poison ou, selon les mots du rapporteur Huss Jean, comme une « bombe à retardement » dans la bouche de ses porteurs. Il suscite aussi d'importantes critiques et de grandes craintes en matière environnementale en raison des pollutions qui peuvent en résulter.

Octobre 2019



TABLE DES MATIERES

PROPOS INTRODUCTIFS	3
CHAPITRE PREMIER : LE MERCURE, UN PRODUIT CHIMIQUE EXTREMEMENT DANGEREUX	5
I. Caractéristiques du mercure	6
II. Toxicité du mercure.....	7
CHAPITRE DEUXIEME : L'AMALGAME DENTAIRE, UN PROBLEME DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENTALE MAJEUR EN RAISON DE LA LIBERATION DU MERCURE	8
I. Amalgame, produit d'obturation dentaire libérant du mercure	9
II. Mercure dentaire, une cause de maladies graves et de pollutions majeures.....	15
A. Pathologies liées à l'exposition aux amalgames dentaires au mercure	15
B. Pollution environnementale liée aux rejets du mercure des amalgames dentaires	30
CHAPITRE TROISIEME : FOCUS SUR L'EXPOSITION DES PROFESSIONNELS DE L'ART DENTAIRE AU MERCURE	37
I. Exposition dangereuse constatée depuis l'université jusqu'au cabinet	38
II. Exposition dangereuse condamnée par la jurisprudence en droit social	45
CHAPITRE QUATRIEME : AMALGAME DENTAIRE AU MERCURE, UN PRODUIT SUBSTITUABLE	47
I. Disponibilité des matériaux alternatifs	48
A. Matériaux de substitution en techniques directes	48
B. Matériaux de substitution en techniques indirectes	50
II. Existence de solutions de réduction des résidus mercuriels	50
A. Chélation	51
B. Séparation.....	52
CHAPITRE CINQUIEME : ANALYSE COMPARATIVE EN FAVEUR DES MATERIAUX DE SUBSTITUTION	54
I. Durabilité des matériaux de substitution	55
II. Rentabilité des matériaux de substitution.....	60
CHAPITRE SIXIEME : EXEMPLES DE PAYS AYANT OPTÉ POUR LES OBTURATIONS SANS AMALGAME DENTAIRE	63
PROPOS CONCLUSIFS	66

PROPOS INTRODUCTIFS

« L’histoire des métaux lourds n’a pas été écrite. Et pourtant, ceux-ci paraissent étroitement liés à la civilisation. (...). L’homme a utilisé les métaux lourds et, continue à les utiliser. Parfois avec excès, souvent avec inconscience ou pire, en toute conscience. Si les métaux lourds ont fait la civilisation, ils peuvent aussi la défaire ; car les métaux lourds sont aussi des toxiques puissants »¹. Cet avertissement du député français, Gérard Miquel, en 2001, s’inscrit pleinement dans la problématique des amalgames dentaires avec en toile de fond la toxicité du mercure qu’ils contiennent.

Historiquement, l’amalgame dentaire est apparu pour la première fois en Chine au IV^e siècle avant Jésus-Christ. Il s’agissait d’une pâte composée d’argent, d’étain et de mercure. Mais, c’est à un Français, Louis Régnart, que l’on doit, en 1818, l’amalgame dentaire dans sa version moderne, celle-là même qui est couramment utilisée depuis 150 ans². Dès ses débuts, ce matériau d’obturation a été remis en cause partout dans le monde. Après une période d’accalmie au sein de la corporation des dentistes et des scientifiques à la fin du XIX^e siècle, les controverses reprendront en Allemagne, entre les deux guerres, puis surtout en Suède et aux Etats-Unis dans les années 80. Le mythe de la stabilité du mercure dentaire est contesté³. On a même dit des amalgames dentaires au mercure qu’ils seraient « un des scandales médicaux du 20^e siècle » ou encore « une bombe à retardement ».

Au fur et à mesure que la controverse se développait à son sujet, des solutions alternatives dépourvues de mercure se mettaient, progressivement, en place. Ces dernières ont, aujourd’hui, atteint des niveaux de performance d’obturation dentaire qui rivalisent avec celles des amalgames au mercure et qui sont capables de s’y substituer valablement.

Ceci a appelé une réaction de la communauté internationale. Dans ce contexte, les thermomètres à base de mercure ont commencé par être retirés du marché, à la suite de certaines conventions internationales⁴. En effet, le 10 octobre 2013, les Nations-Unies ont adopté une convention de internationale sur le mercure, au préambule duquel les Etats parties ont « reconnu que le mercure est une substance chimique préoccupante à l’échelle mondiale vu sa propagation atmosphérique à longue distance, sa persistance dans l’environnement dès lors qu’il a été introduit par l’homme, son potentiel de bioaccumulation dans les écosystèmes et ses effets néfastes importants sur la santé humaine et l’environnement »⁵. Cette convention dont l’objectif est de protéger la santé humaine et l’environnement contre les émissions et rejets anthropiques

¹ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l’environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

² *Idem.*

³ *Idem.*

⁴ On pense ici particulièrement à la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, du 22 mai 2001 ; à celle de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques dangereux qui font l’objet d’un commerce international, du 10 septembre 1998 ; et à celle de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination, du 22 mars 1989.

⁵ Convention de Minamata sur le mercure, 10 octobre 2013.

de mercure et de composés du mercure, enjoint à chaque partie de prendre des mesures⁶ pour éliminer progressivement l'utilisation d'amalgames dentaires en tenant compte de sa situation nationale et des orientations internationales pertinentes⁷. Dans cette optique, la Convention recommande à chaque Etat partie, entre autres, de « promouvoir l'utilisation de matériaux de restauration dentaire économiques et cliniquement efficaces qui ne contiennent pas de mercure »⁸. Elle leur demande également de « promouvoir les activités de recherche-développement axées sur des matériaux de restauration dentaire de qualité qui ne contiennent pas de mercure »⁹, et d' « encourager les organisations professionnelles représentatives et les écoles de médecine dentaire à éduquer et former les professionnels du secteur dentaire et les étudiants à l'utilisation de matériaux de restauration dentaire sans mercure et à la promotion de meilleures pratiques de gestion »¹⁰. Aussi, leur recommande-t-elle de « promouvoir l'utilisation des meilleures pratiques environnementales dans les établissements de soins dentaires afin de réduire les rejets de mercure et de composés du mercure dans l'eau et le sol »¹¹.

Comme la plupart des accords internationaux en la matière, le Togo, notre pays est partie à la Convention de Minamata. Après sa signature le 10 octobre 2013, l'Assemblée nationale a autorisé sa ratification par la loi n° 2016-030 du 24 octobre 2016. Le 03 février 2017, le Gouvernement a procédé à sa ratification.

Malgré ces importantes évolutions, l'amalgame dentaire demeure un matériau d'obturation largement utilisé par les dentistes et les chirurgiens-dentistes dans notre pays. S'il en est ainsi, c'est probablement parce que les universités nationales continuent de dispenser des cours dont les recettes sont basées sur les amalgames au mercure. N'ayant pas été formés à l'utilisation des matériaux alternatifs, les professionnels de l'art dentaire ne s'y adonnent généralement pas. Il est donc impérieux d'inciter nos universités à établir des partenariats pour modifier les programmes d'études et de formation sur les options sans mercure dans les cabinets dentaires. L'objectif de cette mission est de montrer, à travers un argumentaire, des données à l'appui, la nécessité pour les universités de changer les programmes de cours sur les alternatives sans mercure.

Dans cette optique, après ces propos introductifs, cette étude s'articulera autour de quatre chapitres principaux et d'une conclusion. Au premier chapitre, nous verrons que le mercure est un produit chimique extrêmement dangereux. Au chapitre deux, nous démontrerons que l'amalgame dentaire est une cause de problème de santé publique et environnementale majeure, avec un focus sur les dangers de l'amalgame chez les professionnels de l'art dentaire dans un troisième chapitre. Au quatrième chapitre, les produits de substitution à l'amalgame dentaire seront exposés. Au chapitre cinq, nous montrerons à travers une analyse comparative l'avantage que ces matériaux sans mercure représentent. Enfin, au sixième chapitre, nous donnerons des exemples de pays qui ont opté pour les alternatives sans mercure en les intégrant à la formation des chirurgiens-dentistes. Nous concluons nos propos par une exhortation à l'établissement de partenariats pour une réforme de la formation et de la pratique de la chirurgie dentaire au Togo.

⁶ *Idem*, art. 4, para. 3.

⁷ *Ibidem*, Annexe A, Deuxième partie.

⁸ *Ibidem*, Annexe A, Deuxième partie, iii.

⁹ *Ibidem*, Annexe A, Deuxième partie, iv.

¹⁰ *Ibidem*, Annexe A, Deuxième partie, v.

¹¹ *Ibidem*, Annexe A, Deuxième partie, ix.

**CHAPITRE PREMIER : LE MERCURE, UN PRODUIT CHIMIQUE
EXTREMEMENT DANGEREUX**

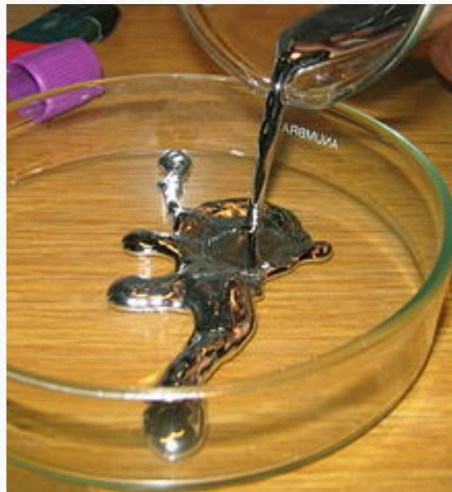
Le mercure est un produit chimique particulier. Il possède d'extraordinaires caractéristiques qui font sa spécificité (I). C'est aussi un produit chimique hautement toxique (II.)

I. Caractéristiques du mercure

Le mercure a plusieurs propriétés dont certaines lui sont propres. C'est, en effet, le seul métal liquide à température ambiante. Il se divise par l'agitation en fines gouttelettes. C'est également le seul métal dont la température d'ébullition est inférieure à 650° (357°).

De plus, c'est un métal d'une extrême volatilité et qui se combine très facilement avec d'autres molécules, que ce soient des métaux (amalgames), des molécules inorganiques (sels) ou organiques (carbone). En outre, parce que possédant une masse atomique de 200 (hydrogène =1), il est dit « lourd » dans la classification du chimiste Mendeleïev.

Sur le plan physico-chimique, le mercure est un métal qui change facilement de forme et de propriétés. Très volatil, il passe aisément de l'état liquide à l'état gazeux à température ambiante. En présence d'oxygène, le mercure s'oxyde très facilement passant de l'état métallique (Hg_0), liquide ou gazeux, à l'état ionisé (Hg^{2+}). C'est aussi un métal qui s'associe facilement aux molécules organiques formant de nombreux dérivés mercuriels.



Du mercure liquide à température ambiante – Source Wikipédia

Il existe deux catégories de mercure. D'une part, le mercure métallique ou inorganique qui prend lui-même trois formes différentes à savoir le mercure métallique élémentaire, sous forme liquide, autrefois utilisé dans les thermomètres ; le mercure sous forme gazeuse puisqu'en chauffant, le mercure se transforme en vapeur ; et le mercure inorganique, sous forme ionique. D'autre part, le mercure organique, quand il se combine avec une molécule contenant du carbone, à la base de tout élément vivant (ou qui a été vivant). Les composés de mercure organique les plus connus sont le méthylmercure et le diméthylmercure.

Par ailleurs, il existe des échanges permanents entre ces différentes formes, car le mercure à une grande capacité à se transformer, notamment sous l'effet de l'acidité du milieu, et de la présence de molécules assurant ces combinaisons (chlore, soufre). La transformation peut être décrite comme suit : du mercure métallique aux ions mercuriques (oxydation). Le mercure sous forme de vapeurs est inhalé. Par l'action de la catalase présente dans les globules rouges, le mercure métallique est transformé en ions mercuriques, qui passent dans le sang. Des ions mercuriques au mercure organique (méthylation). La méthylation se déroule principalement en

milieu aqueux ou dans les intestins, en fonction de l'acidité et de la présence de soufre. Un produit chimique doté de tels attributs n'est probablement pas sans risques.

II. Toxicité du mercure

Les caractéristiques décrites ci-dessus préfigurent vraisemblablement la toxicité et la dangerosité du mercure, en raison notamment de son extrême volatilité (il peut être facilement respiré), de sa relative solubilité dans l'eau et les graisses (il peut être facilement transporté dans le corps), et de sa capacité à se lier avec d'autres molécules qu'il va modifier ou dont il va transformer les fonctions.

Cette toxicité du mercure est connue depuis des lustres. Connue sous le nom d'hydrargie ou hydrargyrisme¹², l'intoxication au mercure et, partant la toxicité de ce produit est scientifiquement prouvée. Dans le cadre de certaines expériences in vivo et in vitro, les scientifiques ont mis en évidence le fait que des taux de mercure inorganique de 0.02 ng Hg/g (2 µl de 0.1 µMol Hg dans 2ml de substrat) conduisent à une destruction totale des microtubules intracellulaires ainsi qu'à la dégénérescence des axones¹³.

Dans d'autres expériences, des taux de mercure inorganique de 39 ng Hg/g (0.18 µMol Hg) ont provoqué une augmentation du stress oxydatif, introduisant lui-même d'autres dégâts cellulaires¹⁴. Dans le cadre de deux expériences menées, en 1995 et en 1997, par Pendergrass et Haley, l'inhalation des vapeurs de mercure, à des doses similaires à celles que l'on peut mesurer chez un individu ayant beaucoup d'amalgames et qui mastique, ont conduit à des bouleversements pathologiques dans des cerveaux après 14 jours¹⁵.

Mais, si la toxicité du mercure est connue depuis que l'homme l'utilise ; et scientifiquement établie, il n'en est pas de même pour ce qui est de l'amalgame dentaire à base de mercure. Il a fallu prouver que cette forme d'obturation constitue un problème de santé publique et environnementale majeur.

¹² Mercure et amalgames dentaires : Etat de l'art, Avril 2009, Dernière mise à jour : Décembre 2017.

¹³ Leong CCW, Syed NI, Lorscheider FL : Retrograde degeneration of neurite membrane structural integrity of nerve growth cones following in vitro exposure to mercury, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission, Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2011, Institute for Environmental Medicine and Hospital Epidemiology – University Hospital Freiburg, Germany <http://www.occup-med.com/content/6/1/2>,

¹⁴ Olivieri G, Brack C, Muller-Spahn F, Stähelin HB, Herrmann M, Renard P, Brockhaus M, Hock C: Mercury induces cell cytotoxicity and oxidative stress and increases beta-amyloid secretion and tau phosphorylation in SHSY5Y neuroblastoma cells. J Neurochem 2000, 71:231-236, et Olivieri G, Novakovic M, Savaskan E, Meier F, Baysang G, Brockhaus M, Müller-Spahn F: The effects of β-Estradiol on SHSY5Y neuroblastoma cells during heavy metal induced oxidative stress, neurotoxicity and β-Amyloid secretion. Neuroscience 2002, 113:849-855. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

¹⁵ Pendergrass JC, Haley BE: Mercury-EDTA Complex Specifically Blocks Brain-Tubulin-GTP Interactions: Similarity to Observations in Alzheimer's Disease. In Status Quo and Perspective of Amalgam and Other Dental Materials. International Symposium Proceedings. Edited by: Friberg LT, Schrauzer GN. Stuttgart: Thieme Verlag; 1995:98-105, et Pendergrass JC, Haley BE: Inhibition of brain tubulin-guanosine 5'-triphosphate interactions by mercury: similarity to observations in Alzheimer's diseased brain. In MetalIons on Biological systems. Edited by: Sigel A, Sigel H. New York: Dekker; 1997:461-478.

**CHAPITRE DEUXIEME : L'AMALGAME DENTAIRE, UN PROBLEME DE SANTE
PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENTALE MAJEUR EN RAISON DE LA
LIBERATION DU MERCURE**

Avant d'aborder le problème dans toutes ces dimensions, il convient d'en appréhender l'objet même. Une présentation générale de l'amalgame en tant que produit d'obturation dentaire sera faite (I), pour laisser place aux maladies et de pollution extrêmes dont il est la source (II).

I. Amalgame, produit d'obturation dentaire libérant du mercure

L'amalgame dentaire sert à obturer les caries. La carie est une maladie qui conduit à la disparition progressive des tissus dentaires. C'est une maladie post-éruptive des tissus durs de la dent, caractérisée par la déminéralisation de la substance organique qui entraîne la formation d'une cavité¹⁶. Vieillards, adultes, adolescents, enfants, hommes ou femmes, tout le monde peut souffrir de cette maladie. D'après une étude sur la charge mondiale de morbidité menée en 2016, la moitié de la population mondiale (3,58 milliards) souffrait d'affections bucco-dentaires. Les affections les plus souvent constatées sont la carie des dents définitives¹⁷. A l'échelle mondiale on estime que 2,4 milliards de personnes souffrent de caries des dents définitives et 486 millions d'enfants de caries des dents de lait¹⁸.

Il existe plusieurs types de caries dentaires. Certaines sont limitées à l'émail, d'autres attaquent la dentine, d'autres encore le cément, certaines sont dites stabilisées, etc.¹⁹. Dans tous les cas, c'est l'interaction de quatre éléments qui provoque la formation d'une lésion carieuse. Il s'agit des bactéries buccales, des substrats nutritifs, de l'environnement buccal et du temps.



Dent cariée – Source : www.Niarela.net

Cependant, certains facteurs peuvent aussi influencer et favoriser l'apparition d'une carie dentaire ainsi que son développement. C'est notamment la mauvaise hygiène buccodentaire, la consommation excessive de sucres, le tabagisme. A ceci, s'ajoutent certaines maladies ou

¹⁶ Jean François R, Nairn H.F.W, Massino F., Pratique clinique en dentisterie conservatrice, Edition française 2003.

¹⁷ GBD 2016, Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Lancet. 2017 ; 390 (10100):1211-1259, cité par OMS, Santé bucco-dentaire, 24 septembre 2018.

¹⁸ *Idem*.

¹⁹ Lasargeus J-J ; Louis J-J ; Kaleka R. Classification des lésions carieuses, Encyclopedie Medico chirurgicale (Elsevier SAS paris) odontologie 23-069-A-10-2006.

dysfonctionnements, à l'instar du diabète sucré, l'hyperthyroïdie, l'hyperparathyroïdie, l'hyposyalie, etc.

En général, la thérapeutique des lésions carieuses passe par un nettoyage, l'aménagement de la cavité, et son comblement : c'est à ce niveau qu'intervient l'amalgame. Il s'agit, en effet, d'un mélange de métaux en poudre et de mercure liquide utilisé dans le traitement des lésions carieuses.



Photo d'une restauration dentaire avec amalgame – Source : Wikipédia

Un amalgame dentaire contient environ 50 % de mercure métallique. La poudre d'alliage est constituée dans des proportions variables, d'argent (environ 40 %), de sélénium, de cuivre et, dans des proportions plus faibles, d'autres métaux (zinc...). L'amalgame se façonne aisément et durcit rapidement. Du fait de sa coloration grisâtre et métallique, il est plus connu sous le nom de « plombage », bien qu'il ne contienne pas de plomb²⁰.

L'amalgame dentaire est le seul alliage métallique à base de mercure utilisé dans le corps humain²¹. On compte au total pas moins de mille alliages différents (selon la nature et les proportions des métaux employés), utilisés pour les couronnes, les implants, les soudures, les fils orthodontiques... Il semble d'ailleurs, qu'une bouche traitée peut contenir jusqu'à 32 métaux différents²². En général, l'appellation « amalgame » s'emploie principalement pour les alliages au mercure²³.

C'est en raison des caractéristiques spécifiques du mercure qu'il est utilisé en dentisterie. D'une part, le mercure, le seul métal liquide à la température ordinaire, permet de le travailler avec une très grande facilité. D'autre part, l'association de mercure et d'autres matériaux entraîne des réactions d'amalgamation conduisant à un matériau final très performant. Ces caractéristiques ont, pendant longtemps, fait des amalgames les principaux matériaux d'obturation des caries. On a donc magnifié les particularités de l'amalgame dentaire sans

²⁰ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

²¹ Mais il existe, dans le seul secteur de la chirurgie dentaire, plusieurs autres alliages répartis entre quatre grandes familles : les amalgames dentaires -à base de mercure- ; les alliages précieux -à base d'or, de platine, de titane- ; les alliages semi-précieux -à base d'argent, de palladium- ; les alliages non précieux, -à base d'acier ou de cobalt.

²² Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, *op. cit.*

²³ *Idem.*

prendre en considération le fait qu'il représente une source d'intoxication et de pollution innombrables.

D'après le Docteur Joachim Mutter de l'Institut de médecine environnementale et d'épidémiologie hospitalière de l'Hôpital Universitaire de Freiburg (Allemagne), les amalgames dentaires sont la principale source de mercure dans les tissus corporels humains²⁴. En effet, les études démontrent que chez les porteurs d'amalgames vivants, un taux de mercure 2 à 5 fois supérieur a été mesuré dans le sang et les urines, tandis qu'au cours de plusieurs autopsies d'individus portant des amalgames, ces taux étaient 2 à 12 fois plus élevés²⁵. Par ailleurs, des études sur les animaux ont confirmé le fait que les amalgames dentaires au mercure induisent une augmentation significative du taux de mercure dans les tissus corporels²⁶. Ainsi pour le Docteur Mutter, si l'on s'en tient à ces études, l'amalgame dentaire serait responsable d'au moins 60 à 95 % des dépôts de mercure dans les tissus humains²⁷.

D'autres études ont montré que le mercure (Hg) des amalgames dentaires est transformé en mercure organique par les micro-organismes via le tractus gastro-intestinal humain²⁸. En 2001, des scientifiques ont mesuré des taux de méthylmercure trois fois plus élevés dans la salive des individus porteurs d'amalgames que dans celle des individus sans amalgame, bien que la fréquence de consommation de poisson soit la même dans les deux groupes. Les taux de mercure salivaires excédaient les taux limites admis dans les eaux usées chez 20 % des individus porteurs d'amalgames²⁹. Les spécialistes estiment que le méthylmercure dérivé des amalgames pourrait être beaucoup plus toxique (jusqu'à 20 fois plus) que la forme trouvée dans les poissons³⁰.

De plus, certaines études démontrent que plus un individu est porteur d'amalgames dentaires plus son organisme contient du mercure. En effet, dans une autopsie, il a été constaté que les individus porteurs d'au moins 12 obturations ont plus de 10 fois plus de mercure dans certains tissus, dont le cerveau, que les individus n'ayant que 0 à 3 obturations³¹. La charge de mercure

²⁴ Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2011, Institute for Environmental Medicine and Hospital Epidemiology – University Hospital Freiburg, Germany <http://www.occup-med.com/content/6/1/2>,

²⁵ Barregard J, Svalander C, Schutz A, Westberg G, Sällsten G, Blohmé I, Mölne J, Attman PO, Haglind P. : Cadmium, mercury, and lead in kidney cortex of the general Swedish population: a study of biopsies from living kidney donors, et Zimmer H, Ludwig H, Bader M: Determination of mercury in blood, urine and saliva for the biological monitoring of an exposure from amalgam fillings in a group with self-reported adverse health effects. *Int J Hyg Environ Health* 2002, 205:205-211. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cités par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

²⁶ Danscher G, Hørsted-Bindsley P, Rungby J: Traces of mercury in organs from primates with amalgam fillings. *Exp Mol Pathol* 1990, 52:291-299. PubMed Abstract | Publisher Full Text, et Vimy MJ, Takahashi Y, Lorscheider FL: Maternal-fetal distribution of mercury (203 Hg) released from dental amalgam fillings. *Am J Physiol* 1990, 258:939-945, cités par cités par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

²⁷ Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

²⁸ Heintze U, Edwardsson S, Derand T, Birkhed D: Methylation of mercury from dental amalgam and mercuric chloride by oral streptococci in vitro. *Scand J Dent Re* 1983, 91:150-152, et Yannai S, Berdicevsky I, Duek L: Transformations of inorganic mercury by *Candida albicans* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl Environ Microbiol* 1991, 57:245-247. PubMed Abstract | PubMed Central Full Text, cités par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

²⁹ Leistevuo J, Leistevuo T, Helenius H, Pyy L, Osterblad M, Huovinen P, Tenovuo J: Dental amalgam fillings and the amount of organic mercury in human saliva. *Caries Res* 2001, 35:163-166. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

³⁰ Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

³¹ Guzzi G, Grandi M, Cattaneo C, Calza S, Minoia C, Ronchi A, Gatti A, Severi G: Dental amalgam and mercury

moyenne des citoyens européens qui portent plus de 12 amalgames était de 300 ng Hg/g dans les tissus du cerveau³², ce qui est bien au-delà des niveaux qui se sont révélés toxiques sur les neurones in vitro (0.02 – 36 ng Hg/g).

Dans la même veine, au cours d'une autre autopsie, les scientifiques ont observé que les individus portant plus de 10 amalgames avaient 504 ng/Hg dans les tissus rénaux (0-2 amalgames : 54 ng Hg/g) et 83.3 ng Hg/g dans le foie (0-2 amalgame(s) : 17.68 ng Hg/g)³³. Les taux de mercure dans la thyroïde et les glandes pituitaires étaient respectivement de 55 ng Hg/g et 200 ng Hg/g. A nouveau, ces taux étaient corrélés de manière très significative au nombre d'amalgames³⁴.

Selon le Docteur Mutter, les niveaux trouvés dans ces études étant seulement des niveaux moyens, cela signifie qu'une part non-négligeable des personnes ayant des amalgames dentaires a plus de deux fois ces niveaux toxiques de mercure dans leurs tissus (écart-type). Aussi, faut-il noter que le mercure trouvé dans les divisions subcellulaires comme les microsomes, les mitochondries et d'autres compartiments cellulaires dépassaient même les taux moyens du cerveau dans ces études³⁵.

En outre, il a été démontré que chez la femme enceinte, le mercure dentaire pénètre les tissus infantiles. Les amalgames conduisent en effet à une hausse significative des niveaux de mercure dans le corps du fœtus et de l'enfant, y compris dans le cerveau³⁶. On a même observé que la charge de mercure dans le placenta, le fœtus et l'enfant est en corrélation avec le nombre d'amalgames portés par la mère³⁷. Egalement, les scientifiques ont mis en évidence des traces de mercure dans le liquide amniotique³⁸ et le lait maternel³⁹, les niveaux de mercure à ces

levels in autopsy tissues: food for thought. Am J Forensic Med Pathol 2006, 27:42-45. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

³² *Idem*.

³³ Drasch G, Schupp I, Riedl G, Günther G: Einfluß von Amalgamfüllungen auf die Quecksilberkonzentration in menschlichen Organen. Dtsch Zahnärztl Z 1992, 47:490-496, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission.

³⁴ Björkman L, Lundekvam BF, Laegreid T: Mercury in human brain, blood, muscle and toenails in relation to exposure: an autopsy study, Environ Health 2007, 11:6:30, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

³⁵ Wenstrup D, Ehmann WD, Markesbery WR: Trace element imbalances in isolated subcellular fractions of Alzheimer's disease brains. Brain Research 1990, 533:125-31. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

³⁶ Drasch G, Schupp I, Hofl H, Reinke R, Roeder G: Mercury burden of human fetal and infant tissues, Eur J Ped 1994, 153:607-610, cité par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

³⁷ Drasch G, Schupp I, Hofl H, Reinke R, Roeder G: Mercury burden of human fetal and infant tissues, Eur J Ped 1994, 153:607-610; Ask K, Akesson A, Berglund M, Vahter M: Inorganic mercury and methylmercury in placentas of Swedish women. Environ Health Perspect 2002, 110:523-526. PubMed Abstract | Publisher Full Text | PubMed Central Full Text; Yoshida M, Watanabe C, Satoh M, Yasutake A, Sawada M, Ohtsuka Y, Akama Y, Tohyama C: Susceptibility of Metallothionein-Null Mice to the Behavioural Alterations Caused by Exposure to Mercury Vapour at Human-Relevant Concentration. Toxicol Sci 2004, 80:69-73. PubMed Abstract | Publisher Full Text, cités par Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission

³⁸ Luglie PF, Campus G, Chessa G, Spano G, Capobianco G, Fadda GM, Dessole S: Effect of amalgam fillings on the mercury concentration in human amniotic fluid. Arch Gynecol Obstet 2005, 271:138-142, cités par Mutter Joachim

³⁹ Drasch G, Aligner S, Roeder G, Staiger F, Lipowsky G: Mercury in human colostrum and early breast milk. Its dependence on dental amalgam and other factors. J Trace Elem Med Biol 1998, 12:23-27 ; Vimy MJ, Hooper DE, King WW, Lorscheider FL: Mercury from maternal "silver" tooth fillings in sheep and human breast milk. A source of neonatal exposure; Oskarsson A, Schultz A, Skerfving S, Hallen IP, Ohlin B, Lagerkvist BJ: Total and inorganic mercury in breast milk in relation to fish consumption and amalgam in lactating women. Arch Environ Health 1996, 51 :234-241 ; cités par Mutter Joachim.

niveaux étant également significativement corrélés au nombre d'amalgames en bouche de la mère.

Or, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 2005, il n'existe pas de seuil en dessous duquel il ne se produirait pas d'effets indésirables du mercure⁴⁰. Cette donnée est confirmée par les études d'autres chercheurs européens qui, lors d'un colloque international tenu à l'Agence européenne pour l'environnement à Copenhague, le 10 février 2011, ont démontré qu'il n'existe aucun seuil de sécurité à l'intoxication au mercure⁴¹.

On sait aussi que le mercure dentaire se retrouve dans la nature. Le relargage (technique qui consiste à séparer une substance en solution de son solvant en introduisant une autre substance plus soluble qui prend sa place) de mercure dentaire, autrefois contesté, est aujourd'hui admis par tous⁴². Aussi, peut-on lire dans l'encyclopédie chirurgicale que « toutes les phases contenant du mercure peuvent être sources de libération de vapeurs (...) Les amalgames sont sensibles à la corrosion ». La corrosion, d'origine mécanique (par frottement) ou bactérienne libère du mercure. Il existe d'ailleurs toujours une différence significative entre la quantité de mercure mesurée dans un amalgame au moment de la pose et lors de la dépose. Une partie du mercure s'est « volatilisée » au sens figuré comme au sens propre, l'amalgame ayant libéré des vapeurs⁴³.

Plusieurs travaux ont été consacrés à l'estimation des rejets mercuriels liés aux amalgames, ainsi que l'a rapporté la Commission européenne :

Estimation des rejets mercuriels liés aux amalgames dentaires

Etudes	Dates	vapeurs de mercure en µg/jour
Vimy et Lorcheister	1985	19,8
Vimy et Lorcheister	1990	9,8
Langworth	1998	3
Snapp	1989	1,3
Berglund	1990	1,7
Jokstad	1992	10-12
Share et Engqvist	1991	12
Halbach	1995	4,8
Richardson	1995	2,8
Svare	1981	17,5
Abraham	1984	8
Patterson	1985	2,5
Arensson	1981	2,2

Source : Commission européenne

Une étude remarquable concernant les rejets d'ions mercuriels est celle menée sur près de 2000 porteurs d'amalgames, est celle effectuée par le Centre de recherches en analyses de

⁴⁰ Organisation mondiale de la Santé : Mercure et soins de santé – Document d'orientation stratégique WHO/SDE/WSH/05.08, Genève 2005.

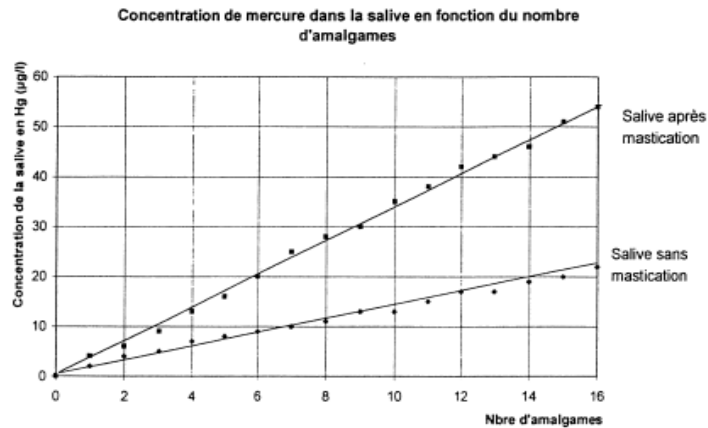
⁴¹ Il s'agissait notamment des experts du experts PHIME qui ont présenté les résultats essentiels de leurs travaux de cinq ans sous le titre «Effects of exposure to metals: no margin of safety in Europe» (traduction française non-officielle: Effets de l'exposition aux métaux: aucune marge de sécurité en Europe), PHIME (Public Health Impact of long-term, low-level Mixed Element Exposure in susceptible population strata), FP6 research project: Effects of exposure to metals: no margin of safety in Europe, Conclusions du colloque, www.phime.org, cité par M. Huss

⁴² M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, préc.

⁴³ *Idem*.

l'environnement de l'Université de Tübingen en 1997. Réalisée notamment sur la base de prélèvement salivaire et mesure de la concentration de vapeur dans l'air de la cavité buccale, cette étude met en exergue la mastication comme un facteur majeur de rejet d'ions mercuriques par les porteurs d'amalgames, comme on peut le voir dans les figures ci-après.

**Principaux résultats de l'étude de Tübingen (1) (1^{ère} partie)
(graphique a)
Liens entre amalgames, mastication et concentration en mercure**



(1) *Etude de Tübingen concernant les amalgames dentaires - groupe de recherches en analyses de l'environnement de l'Université de Tübingen (Allemagne - 1997)*

(tableau b) Liens entre mastication et concentration en mercure

Distribution de la population selon l'importance de mercure dans la salive

µg de mercure par litre de salive	avant mastication	après mastication*
< 5 µg/l	25 %	11 %
< 100 µg/l	96 %	90 %
> 100 µg/l	4 %	10 %
> 200 µg/l	1 %	1,7 %
> 400 µg/l	0,2 % soit 37 personnes	0,33 % soit 60 personnes
> 1.000 µg/l	0,06 % soit 11 personnes	0,08 % soit 15 personnes

* mastication d'un chewing-gum pendant 10 mn

(tableau c) Concentration en mercure dans l'air de la cavité buccale

	sans amalgame	avec amalgame
avant mastication	< 1 µg/m ³	5 µg/m ³
après mastication	< 1 µg/m ³	28 µg/m ³

nota : Calculs sur échantillons réduits, inférieurs à 40

(tableau d) Effet de la mastication sur la concentration en mercure

	salive à jeun	salive après mastication
- de 5 amalgames	24 µg/l	54 µg/l
6 à 10 amalgames	74 µg/l	68 µg/l
+ de 11 amalgames	101 µg/l	173 µg/l

Source : étude de Tübingen

En plus du fait qu'elle démontre l'impact de la mastication sur les rejets mercuriels, l'étude de Tübingen a révélé des teneurs en mercure très supérieures aux études antérieures menées sur des échantillons plus petits : la charge en mercure de la salive étant 3,5 fois plus élevée que les résultats publiés quelques années auparavant par les autorités nationales allemandes. Les causes sont liées, d'une part, au nombre moyen d'amalgames constaté dans la population, plus élevé que les chiffres habituellement communiqués (9 obturations avec amalgame en moyenne ; une estimation donnée en France au cours d'une audition est de 6 obturations en moyenne) ; d'autre part, au fait que la grande majorité des obturations en amalgame ne sont pas polies, cela favorise les émissions mercurielles.

Au-delà de la corrélation qu'elle établit entre nombre d'amalgame et niveau de concentration mercurielle dans l'air de la cavité buccale, l'étude de Tübingen a mesuré une concentration de 1.000 µg/l de mercure dans la salive de porteurs d'amalgames.

Ainsi donc, il est clairement et scientifiquement établi que le mercure dentaire pénètre l'organisme humain et qu'il est aussi rejeté dans l'environnement par les porteurs d'amalgames à travers les urines, les excréments, la salive, etc. Il va sans dire que le mercure dentaire est une cause de maladies graves et de pollutions majeures.

II. Mercure dentaire, une cause de maladies graves et de pollutions majeures

Indubitablement, l'exposition permanente de l'être humain même à de petites doses au mercure provoque des pathologies ou est, à tout le moins, un des cofacteurs de certaines maladies⁴⁴. De même, les rejets et les émissions de particules de mercure dans l'environnement causent des préjudices graves à l'environnement. Les amalgames dentaires ne font pas exception ; diverses études l'ont bien démontré. Après la présentation des pathologies pouvant résulter de l'exposition aux amalgames dentaires au mercure (A), nous traiteront de la pollution mercurielle (B).

A. Pathologies liées à l'exposition aux amalgames dentaires au mercure

Dans son rapport publié en 2008, le comité scientifique européen des risques sanitaires émergents et nouveaux, en anglais, « *European Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks* » (SCENIHR) affirmait qu'« il est généralement conclu qu'aucun risque accru d'effets secondaires systémiques n'existe et [qu'il ne considère] pas que l'usage courant des amalgames dentaires pose un risque de maladie systémique » et « quelques effets secondaires locaux sont constatés à l'occasion avec ces obturations, mais leur incidence est faible et ils sont généralement facilement traités »⁴⁵. Ces affirmations ont été littéralement et scientifiquement contredites par plusieurs études concordantes, dont le docteur Mutter a rendu compte dans son article critique sur ce fameux rapport.

1. Cytotoxicité

Le SCENIHR a comparé la toxicité des amalgames avec celle des composites. Pourtant, comme l'explique le docteur Mutter, dans la plupart des expériences, il a été prouvé que même le mercure inorganique, qui est bien moins toxique que les vapeurs de mercure (parce que le mercure inorganique ne pénètre pas facilement dans les cellules), est nettement plus toxique

⁴⁴ Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport de la Commission des questions sociales, de la santé et de la famille, Assemblée Parlementaire du Conseil de l'Europe, Doc. 12613, Luxembourg, 12 mai 2011.

⁴⁵ Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR): The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users. [Rapport du SCENIHR] website Europaen Commission 2008.

que n'importe quel composite. De nombreuses études ont prouvé que le mercure est 100 à 800 fois plus toxique que les composites pour les cellules humaines⁴⁶.

2. Génotoxicité - stress oxydatif - cancer

Les expériences ont montré que les amalgames dentaires causent des altérations de l'acide désoxyribonucléique (ADN) dans les cellules sanguines humaines⁴⁷. Même de très faibles niveaux de mercure inorganique conduisent à de considérables altérations dans les cellules et lymphocytes des tissus du corps humain⁴⁸. Cet effet qui déclenche le cancer, a été constaté avec des doses de mercure en-deçà des doses généralement admises comme cause de cytotoxicité et de mort cellulaire⁴⁹. De plus, certaines expériences ont révélé que des anomalies chromosomiques peuvent être provoquées par l'amalgame dans des cellules en culture⁵⁰.

L'équipe de Pizzichini a constaté, chez les porteurs d'amalgames plus de stress oxydatif dans la salive⁵¹. Des observations similaires ont été faites dans le sang⁵². Une corrélation a également été remarquée entre cette augmentation du stress oxydatif et le nombre d'amalgames. Olivieri et ses collègues soulignent aussi que les taux de mercure habituellement mesurés dans les tissus des personnes ayant des amalgames, provoquent une augmentation du stress oxydatif et une réduction des niveaux de glutathion, induisant des dommages cellulaires⁵³.

⁴⁶Kehe K, Reichl FX, Durner J, Walther U, Hickel R, Forth W: Cytotoxicity of dental composite components and mercury compounds in pulmonary cells. *Biomaterials* 2001, 22:317-322; Reichl FX, Walther UI, Durner J, Kehe K, Hickel R, Kunzelmann KH, Spahl W, Hume WR, Benschop H, Forth W: Cytotoxicity of dental composite components and mercury compounds in lung cells. *Dent Mater* 2001, 17:95-101; Reichl FX, Simon S, Esters M, Seiss M, Kehe K, Kleinsasser N, Hickel R: Cytotoxicity of dental composite (co)monomers and the amalgam component Hg (2+) in human gingival fibroblasts. *Arch Toxicol* 2006, 80:465-472; Reichl FX, Esters M, Simon S, Seiss M, Kehe K, Kleinsasser N, Folwaczny M, Glas J, Hickel R: Cell death effects of resin-based dental material compounds and mercurials in human gingival fibroblast. *Arch Toxicol* 2006, 80:370-377; Walther UI, Walther SC, Liebl B, Kehe K, Hickel R, Kunzelmann KH, Spahl W, Hume WR, Benschop H, Forth W: Cytotoxicity of ingredients of various dental materials and related compounds in L2- and A549 cells. *J Biomed Mater Res* 2002, 63:643-649.

⁴⁷Di Pietro A, Visalli G, La Maestra S: Biomonitoring of DNA damage in peripheral blood lymphocytes of subjects with dental restorative fillings. *Mutat Res* 2008, 650:115-122, cité par Mutter Joachim, *op. cit.*

⁴⁸Schmid K, Sassen A, Staudenmaier R: Mercury dichloride induces DNA-damage in human salivary gland tissue cells and lymphocytes, *Arch Toxicol* 2007, 1:759-767.

⁴⁹Mutter Joachim: Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

⁵⁰Akiyama M, Oshima H, Nakamura M: Genotoxicity of mercury used in chromosome aberration tests, *Toxicol in Vitro* 2001, 15:463-467.

⁵¹Pizzichini M, Fonzi M, Sugherini L, Fonzi L, Gasparoni A, Comporti M, Pompella A: Release of mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 2000, 42:94-100; Pizzichini M, Fonzi M, Sugherini L, Fonzi L, Comporti M, Gasparoni A, Pompella A: Release of mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity. *Sci Total Environ* 2002, 284:19-25.

⁵²Pizzichini M, Fonzi M, Gasparoni A, Fonzi L, Comporti M, Gasparoni A, Pompella A: Influence of amalgam fillings on Hg levels and total antioxidant activity in plasma of healthy donors, *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 2001, 43:62-67; Pizzichini M, Fonzi M, Giannerini F, Mencarelli M, Gasparoni A, Rocchi G, Kaitsas V, Fonzi L: Influence of amalgam fillings on Hg levels and total antioxidant activity in plasma of healthy donors. *Sci Total Environ* 2003, 301:43-50.

⁵³Olivieri G, Brack C, Muller-Spahn F, Stähelin HB, Herrmann M, Renard P, Brockhaus M, Hock C: Mercury induces cell cytotoxicity and oxidative stress and increases beta-amyloid secretion and tau phosphorylation in SHSY5Y neuroblastoma cells. *J Neurochem* 2000, 71:231-236; Olivieri G, Novakovic M, Savaskan E, Meier F, Baysang G, Brockhaus M, Müller-Spahn F: The effects of β -Estradiol on SHSY5Y neuroblastoma cells during heavy metal induced oxidative stress, neurotoxicity and β -Amyloid secretion. *Neuroscience* 2002, 113:849-855.

Pour leur part, Ionescu et ses alliés, ont remarqué des taux de mercure significativement élevés dans des biopsies de cancer du sein⁵⁴. Selon les analyses menées par les équipes de Drasch et de Mutter, le mercure déposé dans les tissus est majoritairement lié au sélénium, ce qui signifie que le sélénium n'est plus disponible pour le corps. Par ailleurs, les amalgames peuvent aggraver une déficience latente en sélénium, particulièrement dans les pays qui sont sous-approvisionnés en sélénium⁵⁵.

3. Résistance aux antibiotiques

Plusieurs expériences réalisées entre 1993 et 1997, avaient déjà révélé que le mercure des amalgames dentaires peut induire l'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques⁵⁶. Il en résulte une résistance générale des bactéries orales et d'autres parties du corps⁵⁷, notamment lorsque les gènes résistants aux antibiotiques sont contenus dans les mêmes éléments mobiles que les opérons résistants au mercure⁵⁸. Cette résistance au mercure est commune dans la flore bactérienne buccale⁵⁹. Les amalgames dentaires posés sur des singes ont également provoqué chez ces derniers le développement d'une flore résistante aux antibiotiques⁶⁰.

4. Pénétration du mercure de l'amalgame dans l'os et la mâchoire

Le scientifique Hahn et ses collègues ont constaté à travers des expériences menées sur des singes et des moutons que le mercure de l'amalgame pénètre facilement dans les racines de la dentine ainsi que dans l'os de la mâchoire⁶¹. Les mêmes constatations ont été faites au niveau

⁵⁴ Ionescu JG, Novotny J, Stejskal V, Lätsch A, Blaurock-Busch E, Eisenmann-Klein M: Increased levels of transition metals in breast cancer tissue, *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:36-39.

⁵⁵ Drasch G, Mailänder S, Schlosser C, Roeder G: Content of non-mercury-associated selenium in human tissues, *Biol Trace Element Res* 2000, 77:219-230; Mutter J, Curth A, Naumann J, Deth R, Walach H: Does Inorganic Mercury Play a Role in Alzheimer's Disease? A Systematic Review and an Integrated Molecular Mechanism. *J Alzheimers Dis* 2010, 22:357-374.

⁵⁶ Liebert CA, Wireman J, Smith T, Summers AO: The impact of mercury released from dental "silver" fillings on antibiotic resistances in the primate oral and intestinal bacterial flora, *Met Ions Biol Syst* 1997, 34:441-460 ; Lorscheider FL, Vimy MJ, Summers AO, Zwiers H: The dental amalgam mercury controversy—inorganic mercury and the CNS; genetic linkage of mercury and antibiotic resistances in intestinal bacteria, *Toxicology* 1995, 97:19-22 ; Summers AO, Wireman J, Vimy MJ, Lorscheider FL, Marshall B, Levy SB: Mercury released from dental "silver" fillings provokes an increase in mercury- and antibiotic-resistant bacteria in oral and intestinal floras of primates. *Antimicrob Agents Chemother* 1993, 37:825-834, cité par Mutter Joachim.

⁵⁷ Summers AO, Wireman J, Vimy MJ, Lorscheider FL, Marshall B, Levy SB: Mercury released from dental "silver" fillings provokes an increase in mercury- and antibiotic-resistant bacteria in oral and intestinal floras of primates. *Antimicrob Agents Chemother* 1993, 37:825-834, cité par Mutter Joachim.

⁵⁸ Davis IJ, Roberts AP, Ready D, Richards H, Wilson M, Mullany P: Linkage of a novel mercury resistance operon with streptomycin resistance on a conjugative plasmid in *Enterococcus faecium*, *Plasmid* 2005, 54:26-38 ; Skurnik D, Ruimy R, Ready D, Ruppe E, Bernède-Bauduin C, Djossou F, Guillemot D, Pier GB, Andremont A: Is exposure to mercury a driving force for the carriage of antibiotic resistance genes? *J Med Microbiol* 2010, 59:804-807.

⁵⁹ Leistevuo J, Jarvinen H, Osterblad M, Leistevuo T, Huovinen P, Tenovuo J: Resistance to mercury and antimicrobial agents in *Streptococcus mutans* isolates from human subjects in relation to exposure to dental amalgam fillings, *Antimicrob Agents Chemother* 2000, 44:456-457 ; Pike R, Lucas V, Stapleton P, Gilthorpe MS, Roberts G, Rowbury R, Richards H, Mullany P, Wilson M: Prevalence and antibiotic resistance profile of mercury-resistant oral bacteria from children with and without mercury amalgam fillings, *J Antimicrob Chemother* 2002, 49:777-783.

⁶⁰ Summers AO, Wireman J, Vimy MJ, Lorscheider FL, Marshall B, Levy SB: Mercury released from dental "silver" fillings provokes an increase in mercury- and antibiotic-resistant bacteria in oral and intestinal floras of primates; op. cit.; Wireman J, Liebert CA, Smith T, Summers AO: Association of mercury resistance with antibiotic resistance in the gram-negative fecal bacteria of primates, *Appl Environ Microbiol* 1997, 63:4494-4503.

⁶¹ Hahn LJ, Kloiber R, Vimy MJ, Takahashi Y, Lorscheider FL: Dental "silver" tooth fillings: a source of mercury exposure revealed by whole-body image scan and tissue analysis, *FASEB Journal* 1989, 3:2641-2646 ; Hahn LJ, Kloiber R, Leininger RW, Vimy M, Lorscheider FL: Whole-body imaging of the distribution of mercury released from dental fillings into monkey tissues, *FASEB Journal* 1990, 4:3256-3260.

de la dentine humaine par Harris et ses collaborateurs⁶². Ceci confirme l'existence d'un trajet alternatif du mercure issu des amalgames⁶³ lui permettant de s'introduire dans l'os, la mâchoire puis de s'attaquer au squelette du corps humain.

5. Des maladies de la peau

Le mercure des amalgames dentaires provoque certaines pathologies cutanées. Les études ont, en effet, mis en évidence une corrélation entre l'eczéma atopique, les taux d'IgE et la charge de mercure du corps⁶⁴. Les amalgames peuvent induire une réaction lichénoïde⁶⁵. Selon Guttman-Yassky et son équipe, dans plus de 90% des cas, ces lésions guérissent après retrait des amalgames, que le test d'allergie soit positif ou non. La granulomatose s'est également améliorée de cette façon⁶⁶. D'autres formes de dermatites semblent liées aux amalgames dentaires⁶⁷.

Par ailleurs, les amalgames dentaires des femmes étant la source principale de mercure dans le corps des fœtus et des nourrissons, des expériences ont montré que l'eczéma atopique post-natal disparaît après détoxification des bébés⁶⁸.

6. L'hypersensibilité au mercure et les désordres immunitaires

Certaines maladies auto-immunes, telles que l'arthrite rhumatoïde ou le lupus érythémateux systémique pourraient être aussi causées par une exposition constante à de faibles doses de mercure, commune chez les porteurs d'amalgames⁶⁹. Kazantzis a montré que ces effets

⁶² Harris HH, Vogt S, Eastgate H, Legnini DG, Hornberger B, Cai Z, Lai B, Lay PA: Migration of mercury from dental amalgam through human teeth, *J Synchrotron Radiat* 2008, 15:123-128.

⁶³ Mutter Joachim, *op. cit.*

⁶⁴ Weidinger S, Kramer U, Dunemann L, Mohrenschlager M, Ring J, Behrendt H: Body burden of mercury is associated with acute atopic eczema and total IgE in children from southern Germany. *J Allergy Clin Immunol* 2004, 114:457-459

⁶⁵ Berlin M: Mercury in dental-filling materials - an updated risk analysis in environmental medical terms. In *The Dental Material Commission - Care and Consideration*. Sweden, 2003; Dunsche A, Frank M, Luttges J, Açil Y, Brasch J, Christophers E, Springer IN: Lichenoid reactions of murine mucosa associated with amalgam. *Br J Dermatol* 2003, 148:741-748 ; Dunsche A, Kastel I, Terheyden H, Springer I, Christophers E, Brasch J: Oral lichenoid reactions associated with amalgam: improvement after amalgam removal, *Br J Dermatol* 2003, 148:70-76 ; Martin M, Broughton S, Drangsholt M: Oral lichen planus and dental materials: a case-control study, *Contact Dermatitis* 2003, 48:331-336 ; Wong L, Freeman S: Oral lichenid lesions (OLL) and mercury in amalgam fillings, *Contact Dermatitis* 2003, 48:74-79.

⁶⁶ Guttman-Yassky E, Weltfriend S, Bergman R: Resolution of orofacial granulomatosis with amalgam removal, *J Eur Acad Dermatol Venerol* 2003, 17:344-347.

⁶⁷ Guarneri F, Marini H : Perioral dermatitis after dental filling in a 12-year-old girl: involvement of cholinergic system in skin neuroinflammation? *ScientificWorldJournal* 2008, 8:157-163; Pigatto PD, Brambilla L, Guzzi G: Mercury pink exanthem after dental amalgam placement, *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2008, 22:377-378

⁶⁸ Wortberg W: Intrauterine Fruchtschädigung durch Schwermetallbelastung der Mutter, *Umwelt Medizin Gesellschaft* 2006, 19:274-280.

⁶⁹ Berlin M : Mercury in dental-filling materials - an updated risk analysis in environmental medical terms. In *The Dental Material Commission - Care and Consideration*. Sweden, 2003; Bartova J, Prochazkova J, Kratka Z, Benetkova K, Venclikova Z, Sterzl I: Dental amalgam as one of the risk factors in autoimmune diseases, *Neuro Endocrinol Lett* 2003, 24 :65-67 ; Hultman P, Johansson U, Turley S, Lindh U, Enestrom S, Pollard K: Adverse immunological effects and autoimmunity induced by dental amalgam and alloy in mice, *FASEB Journal* 1994, 8:1183-1190 ; Hultman P, Lindh U, Horsted-Binslev P: Activation of the immune system and systemic immune-complex deposits in Brown Norway rats with dental amalgam restorations, *J Dent Res* 1998 , 77:1415-1425 ; Pollard KM, Pearson DL, Hultman P, Deane TN, Lindh U, Kono DH: Xenobiotic acceleration of idiopathic systemic autoimmunity in lupus-prone bxbs mice, *Environ Health Persp* 2001, 109:27-33 ; Prochazkova J, Sterzl I, Kucerova H, Bartova J, Stejskal VDM: The beneficial effect of amalgam replacement on health in patients with autoimmunity, *Neuro Endocrinol Lett* 2004, 25:211-218 ; Stejskal J, Stejskal VD: The role of metals in autoimmunity and the link to neuroendocrinology, *Neuro Endocrinol Lett* 1999, 20:351-364 ; Stejskal VD, Danersund A, Lindvall A: Metal-specific lymphocytes: biomarkers of sensitivity in man, *Neuro Endocrinol Lett* 1999, 20:289-298; Sterzl I, Procházková J, Hrdá P, Bártoová J, Matucha P, Stejskal VDM: Mercury and nickel

apparaissent avec des expositions inférieures à ce que certains croient être des limites de sécurité⁷⁰. Des recherches récentes ont montré que le mercure et l'éthylmercure ont la capacité d'inhiber la première étape (phagocytose) des réponses immunitaires innées et acquises des humains à de très faibles doses⁷¹. Pour Mutter c'est la preuve que des expositions au mercure inférieures à l'exposition moyenne causée par les amalgames dentaires peuvent provoquer des perturbations immunitaires à tous les âges⁷².

7. Les maladies du cœur

Houston a démontré à travers ses expériences que le mercure peut causer de l'hypertension et des infarctus du myocarde⁷³. Dans la même veine, Frustaci et ses collègues ont trouvé des accumulations de mercure considérables (22 000 fois supérieures au groupe de contrôle) dans les tissus d'individus atteints d'une forme de déficience cardiaque⁷⁴. Le mercure dentaire serait également à l'origine d'autres maladies cardiovasculaires, telles que l'artériosclérose ou la thrombose comme a pu le démontrer une récente étude de la sud-coréenne⁷⁵.

8. Le système urinaire

Les scientifiques ont prouvé que le mercure contenu dans les amalgames dentaires peut provoquer des troubles et des maladies au niveau du système rénal chez l'Homme. Dans les expérimentations animales, une déficience rénale liée aux amalgames dentaires a été observée⁷⁶. En 2002, Mortada et ses collègues ont montré qu'il y avait chez les individus portant des amalgames dentaires plus de signes de dommages tubulaires et glomérulaires que chez les personnes n'ayant pas d'amalgame⁷⁷. De plus, les études sur les amalgames chez l'enfant, fréquemment mentionnées, ont trouvé des signes précurseurs de dommages rénaux (micro-albuminurie)⁷⁸ même après seulement 5 ans d'exposition aux amalgames.

allergy: risk factors in fatigue and autoimmunity. *Neuro Endocrinol Lett* 1999, 20:221-228 ; Via CS, Nguyen P, Niculescu F, Papadimitriou J, Hoover D, Silbergeld EK: Low-dose exposure to inorganic mercury accelerates disease and mortality in acquired murine lupus, *Environ Health Perspect* 2003, 111:1273-1277; Sterzl I, Procházková J, Hrda P, Matucha P, Bartova J, Stejskal V: Removal of dental amalgam decreases anti-TPO and anti-Tg autoantibodies in patients with autoimmune thyroiditis, *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 5(27(Suppl 1):25-30.

⁷⁰ Kazantzis G : Mercury exposure and early effects: an overview, *Med Lav* 2002, 93:139-147.

⁷¹ Rampersad GC, Suck G, Sakac D, Fahim S, Foo A, Denomme GA, Langler RF, Branch DR: Chemical compounds that target thiol-disulfide groups on mononuclear phagocytes inhibit immune mediated phagocytosis of red blood cells, *Transfusion* 2005, 45:384-393.

⁷² Mutter Joachim: Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

⁷³ Houston MC: The role of mercury and cadmium heavy metals in vascular disease, hypertension, coronary heart disease, and myocardial infarction, *Altern Ther Health Med* 2007, 13:128-133.

⁷⁴ Frustaci A, Magnavita N, Chimenti C, Cladarulo M, Sabbioni E, Pietra R: Marked elevation of myocardial trace elements in idiopathic dilated cardiomyopathy compared with secondary cardiac dysfunction, *J Am Coll Cardiol* 1999, 33:1578-1583.

⁷⁵ Kyung-Min Lim *et al.*, Faculté de pharmacie, Université nationale de Séoul, Corée: Low-Level Mercury Can Enhance Procoagulant Activity of Erythrocytes: A New Contributing Factor for Mercury-Related Thrombotic Disease, *Environmental Health Perspectives*, juillet 2010. <http://ehp03.niehs.nih.gov>, cité par Huss Jean, préc.

⁷⁶ Galic N, Prpic-Mehicic G, Prester LJ, Blanusa M, Krnic Z, Ferencic Z: Dental amalgam mercury exposure in rats, *Biomaterials* 1999, 12:227-237 ; Pollard KM, Pearson DL, Hultman P, Deane TN, Lindh U, Kono DH: Xenobiotic acceleration of idiopathic systemic autoimmunity in lupus-prone BXBS mice, *Environ Health Persp* 2001, 109 :27-33 ; Prochazkova J, Sterzl I, Kucerova H, Bartova J, Stejskal VDM: The beneficial effect of amalgam replacement on health in patients with autoimmunity, *Neuro Endocrinol Lett* 2004 , 25:211-218.

⁷⁷ Mortada WI, Sobh MA, El-Defrawy MM, Farahat SE: Mercury in dental restoration: is there a risk of nephrotoxicity ? *J Nephrol* 2002, 15:171-176.

⁷⁸ Trachtenberg F, Barregård L: The effect of age, sex, and race on urinary markers of kidney damage in Children, *Am J Kidney Dis* 2007, 50:938-945.

9. La maladie d'Alzheimer

Plusieurs études ont montré que le mercure a un rôle pathogène majeur dans la maladie d'Alzheimer⁷⁹. Selon Marie Grosmani et André Picot, ayant observé que l'exposition à de faibles doses de mercure métallique entraîne dans le cerveau un ensemble de perturbations cellulaires caractéristiques du syndrome Alzheimer, ont conclu qu'«il existe une forte probabilité pour que le mercure des amalgames soit un facteur étiologique majeur de la maladie d'Alzheimer (et des autres pathologies neurodégénératives) »⁸⁰. Plus récemment encore, une analyse systématique de la littérature concernant le rôle du mercure dans le développement de la maladie d'Alzheimer a conclu à une relation de cause à effet significative⁸¹.

10. La maladie de Parkinson

Plusieurs études, notamment épidémiologiques, ont depuis longtemps mis en évidence les liens de causalité existant entre les métaux lourds et la maladie de Parkinson⁸². Plus particulièrement, le mercure élémentaire a induit une maladie de Parkinson⁸³, et dans une étude de cas, l'état du malade s'est considérablement amélioré après un traitement par chélation et est resté inchangé durant les 5 années ultérieures de suivi médical⁸⁴. Dantzig, quant à lui, a mesuré des niveaux nettement plus élevés de mercure dans le sang de 13 patients atteints de la maladie de Parkinson sur 14⁸⁵. Ces résultats corroborent les conclusions d'une étude précédente qui montrait une corrélation entre les niveaux sanguins de mercure et la maladie de Parkinson⁸⁶. Enfin, et plus spécifiquement, Seidler et son équipe ont constaté une exposition au mercure des amalgames

⁷⁹ Haley B: Mercury toxicity: Genetic susceptibilities and synergistic effects, *Medical Veritas* 2005, 2:535-542; Haley B, Small T: Biomarkers supporting mercury toxicity as the major exacerbator of neurological illness, recent evidence via the urine porphyrin tests, *Medical Veritas* 2006, 3:1-14; Mutter J, Naumann J, Sadaghiani C, Walach H: Quecksilber und die Alzheimer-Erkrankung. *Fortschr Neuro Psychiat* 2007, 75:528-538; Mutter J, Naumann J, Guethlin C: Comments on the article "the toxicology of mercury and its chemical compounds" by Clarkson and Magos (2006), *Crit Rev Toxicol* 2007, 37:537-549.

⁸⁰ Marie Grosmani et André Picot, Le mercure des amalgames dentaires, l'un des principaux facteurs étiologiques de la maladie d'Alzheimer, juin 2007.

⁸¹ Mutter J, Curth A, Naumann J, Deth R, Walach H: Does Inorganic Mercury Play a Role in Alzheimer's Disease? A Systematic Review and an Integrated Molecular Mechanism, *J Alzheimers Dis* 2010, 22:357-374.

⁸² Carpenter DO : Effects of metals on the nervous system of humans and animals, *Int J Occup Med Environ Health* 2001, 14:209-218 ; Dantzig PI: Parkinson's disease, macular degeneration and cutaneous signs of mercury toxicity, *J Occup Environ Med* 2006, 48:656 ; Finkelstein Y, Vardi J, Kesten MM, Hod I: The enigma of parkinsonism in chronic borderline mercury intoxication, resolved by challenge with penicillamine, *Neurotoxicology* 1996, 17:291-295 ; Gorell JM, Rybicki BA, Johnson C, Peterson EL: Occupational metal exposures and the risk of Parkinson's Disease, *Neuroepidemiology* 1999, 18:303-308 ; Miller K, Ochudto S, Opala G, Smolicha W, Siuda J: Parkinsonism in chronic occupational metallic mercury Intoxication, *Neurol Neurochir Pol* 2003 , 37:31-38 ; Ngim CH, Devathanan G: Epidemiologic study on the association between body burden mercury level and idiopathic Parkinson's disease, *Neuroepidemiology* 1989, 8:128-141; Ohlson CG, Hogstedt C: Parkinson's disease and occupational exposure to organic solvents, agricultural chemicals and mercury - a case-referent study, *Scand J Work Environ Health* 1981 , 7:252-256 ; Rybicki BA, Johnson CC, Uman J, Gorell JM: Parkinson's disease mortality and the industrial use of heavy metals in Michigan, *Mov Disord* 1993, 8:87-92 ; Seidler A, Hellenbrand W, Robra BP: Possible environmental, occupational, and other etiologic factors for Parkinson's disease: a case-control study in Germany, *Neurology* 1996, 46:1275-84; Uversky VN, Li J, Fink AL: Metal-triggered structural transformations, aggregation, and fibrillation of human alpha-synuclein. A possible molecular link between Parkinson's disease and heavy metal exposure, *J Biol Chem* 2001, 276:44284-44296.

⁸³ Miller K, Ochudto S, Opala G, Smolicha W, Siuda J: Parkinsonism in chronic occupational metallic mercury Intoxication, *Neurol Neurochir Pol* 2003, 37:31-38.

⁸⁴ Finkelstein Y, Vardi J, Kesten MM, Hod I: The enigma of parkinsonism in chronic borderline mercury intoxication, resolved by challenge with penicillamine, *Neurotoxicology* 1996, 17:291-295.

⁸⁵ Dantzig PI: Parkinson's disease, macular degeneration and cutaneous signs of mercury toxicity, *J Occup Environ Med* 2006, 48:656.

⁸⁶ Ngim CH, Devathanan G: Epidemiologic study on the association between body burden mercury level and idiopathic Parkinson's disease, *Neuroepidemiology* 1989, 8 :128-141.

dentaires bien plus élevée chez les individus atteints de la maladie de Parkinson que chez le groupe de contrôle⁸⁷.

11. La sclérose en plaques

Les études montrent que le mercure contenu dans les amalgames provoque chez les porteurs la sclérose en plaque. Déjà en 1989, Ahlrot-Westerlund avait mesuré chez des patients atteints de sclérose en plaques, des taux de mercure dans le liquide céphalorachidien 5 à 7 fois plus élevés⁸⁸. Pour Mutter Joachim, cette hausse de mercure dans le liquide céphalorachidien est un facteur aggravant des problèmes associés à la sclérose en plaque⁸⁹. De plus, certaines études ont mis en évidence une corrélation entre la prévalence de la sclérose en plaque et la prévalence des caries⁹⁰ ainsi qu'à la présence des amalgames⁹¹.

Ingalls, quant à lui, avait observé que des épidémies de sclérose en plaques avaient fait leur apparition suite à des expositions aiguës aux vapeurs de mercure entre autres⁹². Issa et ses collègues, pour leur part, constatèrent que le mercure inorganique causait chez les animaux la perte des cellules de Schwann qui construisent la gaine de myéline et stabilise les axones des neurones⁹³. Les travaux de Stejskal montrent que la pathogénèse auto-immune, y compris les anticorps contre la protéine de base de la myéline, peuvent être provoquées par le mercure et d'autres métaux lourds⁹⁴.

En outre, les patients atteints de sclérose en plaque auxquels on a retiré les amalgames ont montré une moindre propension à la dépression, à l'agressivité et aux comportements compulsifs comparés aux groupes de personnes atteintes qui avaient gardé leurs amalgames⁹⁵. Ils avaient également des taux de mercure dans le sang considérablement moins élevés⁹⁶. Après retrait des amalgames, les bandes oligoclonales caractéristiques de la pathologie ont disparu du liquide céphalorachidien des malades⁹⁷. Le retrait des amalgames dentaires permit la guérison d'une proportion significative de malades atteints de sclérose en plaques⁹⁸.

Par ailleurs, dans une étude rétrospective menée sur 20 000 militaires, les scientifiques ont constaté que le risque de sclérose en plaque chez les individus portant le plus d'amalgames était

⁸⁷ Seidler A, Hellenbrand W, Robra BP: Possible environmental, occupational, and other etiologic factors for Parkinson's disease : a case-control study in Germany, *Neurology* 1996, 46 :1275-84

⁸⁸ Ahlrot-Westerlund B: Mercury in cerebrospinal fluid in multiple sclerosis, *Swed J Biol Med* 1989, 1:6-7.

⁸⁹ Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

⁹⁰ Craelius W: comparative epidemiology of multiple sclerosis and dental caries, *J Epidemiol Comm Health* 1978, 32:155-165; McGrother C, Dugmore C, Phillips M, Raymond N, Garrick P, Baird W: Multiple sclerosis, dental caries and fillings: a case-control study, *Br Dent J* 1999, 187:261-264.

⁹¹ Baasch E : Theoretical considerations on the etiology of multiple sclerosis. Is multiple sclerosis a mercury allergy ? *Schweiz Arch Neurol Neurochir Psychiatr* 1966, 98:1-19; Ingalls T: Epidemiology, etiology and prevention of multiple sclerosis. Hypothesis and fact, *Am J Forensic Med Pathol* 1983, 4:55-61.

⁹² Ingalls T: Endemic clustering of multiple sclerosis in time and place, 1934-1984. Confirmation of a Hypothesis, *Am J Forensic Med Pathol* 1986, 7: 3-8.

⁹³ Issa Y, Watts D, Duxbury A, Brunton P, Watson M, Waters C: Mercuric chloride: toxicity and apoptosis in a human oligodendroglial cell line, *Biomaterials* 2003, 24:981-987.

⁹⁴ Stejskal J, Stejskal VD: The role of metals in autoimmunity and the link to neuroendocrinology, *Neuro Endocrinol Lett* 1999, 20:351-364.

⁹⁵ Siblingud RL: A comparison of mental health of multiple sclerosis patients with silver/mercury dental fillings and those with fillings removed, *Psychol Rep* 1992, 70:1139-1151.

⁹⁶ Siblingud RL, Kienholz E, Motl J: Evidence that mercury from silver dental fillings may be an etiological factor in smoking, *Toxicol Lett* 1993, 68 :307-310.

⁹⁷ Huggins HA, Levy TE: Cerebrospinal fluid protein changes in multiple sclerosis after dental amalgam removal. *Altern Med Rev* 1998, 4 :295-300.

⁹⁸ Prochazkova J, Sterzl I, Kucerova H, Bartova J, Stejskal VDM: The beneficial effect of amalgam replacement on health in patients with autoimmunity, *Neuro Endocrinol Lett* 2004, 25:211-218.

accru⁹⁹. Ce risque avait été sous-estimé, car la cohorte de l'étude, sélectionnée au moyen d'examens médicaux, était exclusivement constituée d'individus en bonne santé au moment de leur entrée dans l'armée¹⁰⁰. Un autre problème qui apparaît dans certaines études, est l'absence de documentation concernant le statut dentaire avant et pendant le déclenchement de la sclérose en plaque. Malgré cela, des expériences ont révélé que chez les individus portant des amalgames les risques de développement de la maladie étaient multipliés par 3.9, par rapport à ceux qui n'en avaient pas¹⁰¹. Ce risque accru de sclérose en plaque causé par les amalgames a également été mis en évidence par d'autres chercheurs en 2007¹⁰².

12. Sclérose latérale amyotrophique

Le mercure est accusé d'être un agent pathogène dans la naissance de la sclérose latérale amyotrophique. Les vapeurs de mercure sont absorbées par les neurones moteurs¹⁰³ où elles induisent un stress oxydatif. Les expériences attestent que les vapeurs de mercure favorisent, en effet, l'apparition de maladies des neurones moteurs comme la sclérose latérale amyotrophique¹⁰⁴.

Certaines études ont montré une augmentation de la toxicité du glutamate dans les neurones du fait du mercure, le glutamate étant l'un des facteurs de la sclérose latérale amyotrophique. Adams et Ziegler, en 1983, puis Schwarz et ses collègues, en 1996, ont prouvé qu'il y avait une corrélation entre des expositions accidentelles au mercure et la sclérose latérale amyotrophique¹⁰⁵. Il existe une étude de cas, qui concerne une femme suédoise avec 34 obturations au mercure et qui souffre de sclérose latérale amyotrophique. Elle a guéri quand ses amalgames eurent été retirés¹⁰⁶. L'étude rétrospective de Bates et de ses collègues, précédemment citée, avait également mis en évidence une relation significative entre un grand nombre d'amalgames et le risque de maladies des neurones moteurs¹⁰⁷.

13. « Maladie des amalgames »

Les scientifiques notent l'existence d'une « maladie des amalgames » dentaires, encore appelée hydrargyrisme. Ils attribuent, en effet, aux obturations contenant du mercure plusieurs symptômes : fatigue chronique, maux de tête, migraines, susceptibilité accrue aux infections, douleurs musculaires, manque de concentration, troubles digestifs, troubles du sommeil, faible

⁹⁹ Bates M, Fawcett J, Garrett N, Cutress T, Kjellstrom T: Related articles, health effects of dental amalgam exposure: a retrospective cohort study, *Int J Epidemiol* 2004, 33:894-902.

¹⁰⁰ Bates M, Fawcett J, Garrett N, Cutress T, Kjellstrom T: Related articles, health effects of dental amalgam exposure: a retrospective cohort study, *Int J Epidemiol* 2004, 33:894-902.

¹⁰¹ Bates MN: Mercury amalgam dental fillings: an epidemiologic assessment, *Int J Hyg Environ Health* 2006, 209 (Suppl 4):309-316.

¹⁰² Aminzadeh KK, Etminan M: Dental amalgam and multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis, *J Public Health Dent* 2007, 67:64-66.

¹⁰³ Pamphlett R, Coote P: Entry of low doses of mercury vapor into the nervous system, *Neurotoxicology* 1998, 19 :39-47.

¹⁰⁴ Pamphlett R, Slater M, Thomas S: Oxidative damage to nucleic acids in motor neurons containing mercury, *J Neurol Sci* 1998, 159:121-126 ; Pamphlett R, Waley P: Motor neuron uptake of low dose inorganic mercury, *J Neurol Sci* 1996, 135:63-67 ; Praline J, Guennoc AM, Limousin N, Hallak H, deToffol B, Corcia P: ALS and mercury intoxication: a relationship? *Clin Neurol Neurosurg* 2007, 109 (Suppl 10):880-883 ; Stankovic R: Atrophy of large myelinated motor axons and declining muscle grip strength following mercury vapour inhalation in mice *Inhal Toxicol* 2006, 18:57-69 ; Albrecht J, Matya E: Glutamate: a potential mediator of inorganic mercury neurotoxicity, *Metab Brain Dis* 1996, 11:175-184.

¹⁰⁵ Adams C, Ziegler D, Lin J: Mercury intoxication simulating amyotrophic lateral sclerosis, *JAMA* 1983, 250:642-643 ; Schwarz S, Husstedt I, Bertram H, Kuchelmeister K: Amyotrophic lateral sclerosis after accidental injection of Mercury, *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996, 60:698.

¹⁰⁶ Redhe O, Pleva J: Recovery from amyotrophic lateral sclerosis and from allergy after removal of dental amalgam fillings, *Int J Risk Saf Med* 1994, 4:229-236.

¹⁰⁷ Bates M, Fawcett J, Garrett N, Cutress T, Kjellstrom T: Related articles, health effects of dental amalgam exposure: a retrospective cohort study, *Int J Epidemiol* 2004, 33:894-902.

capacité de mémorisation, douleurs articulaires, dépression, sensations au cœur, dérèglement végétatif, troubles de l'humeur et bien d'autres¹⁰⁸.

14. Effets secondaires chez le personnel de la dentisterie

Les scientifiques ont montré que les dentistes qui travaillent avec les amalgames ont une exposition au mercure supérieure¹⁰⁹. Dans la plupart des études disponibles, l'exposition au mercure dans les cliniques dentaires a eu pour conséquence des effets nocifs importants chez le personnel de la dentisterie. Dans certaines études, les symptômes cliniques n'étaient pas corrélés aux niveaux de mercure sanguin et urinaire, et certains auteurs ont hâtivement conclu que le mercure n'était donc pas la cause de ces symptômes. Cependant, ces conclusions ne sont pas scientifiques, dans la mesure où les taux de mercure urinaire et sanguin ne sont pas corrélés aux taux de mercure dans les tissus¹¹⁰.

En 2007, Lindbohm *et al.* ont constaté que les risques de fausse-couches étaient doublés chez les femmes exposées au mercure de par leur travail. Les effets liés à l'exposition au mercure étaient plus importants que les effets induits par l'exposition aux composés acrylates, aux désinfectants ou aux solvants organiques¹¹¹. Les études menées par Jones et ses collègues ont révélé que même 30 ans après l'arrêt de l'exposition au mercure, les infirmières dentaires montraient des effets secondaires considérables¹¹².

Des analyses effectuées sur des praticiens de l'art dentaire ont montré que 85% des dentistes et des techniciens dentaires testés affichaient des paramètres liés à la toxicité du mercure tant au niveau comportemental qu'au niveau physiologique, et que 15% d'entre eux subissaient l'augmentation de déficits neurologiques induits par le mercure, avec polymorphisme du gène CPOX4¹¹³.

¹⁰⁸ Lindh U, Hudecek R, Dandersund A, Eriksson S, Lindvall A: Removal of dental amalgam and other metal alloys

supported by antioxidant therapy alleviates symptoms and improves quality of life in patients with amalgam associated ill health, *Neuro Endocrinol Lett* 2002, 23:459-482 ; Sibling RL: A comparison of mental health of multiple sclerosis patients with silver/mercury dental fillings and those with fillings removed, *Psychol Rep* 1992, 70:1139-1151 ; Sibling RL, Kienholz E, Motl J: Evidence that mercury from silver dental fillings may be an etiological factor in smoking, *Toxicol Lett* 1993, 68:307-310 ; Engel P: Beobachtungen über die Gesundheit vor und nach Amalgamentfernung. [Observations on health before and after removing dental amalgam], *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1998, 108:2-14; Godfrey ME, Wojcik DP, Krone CA: Apolipoprotein E genotyping as a potential biomarker for mercury neurotoxicity, *J Alz Dis* 2003, 5:189-195 ; Sibling RL: The relationship between mercury from dental amalgam and mental health, *Am J Psychother* 1989, 43:575-587 ; Sibling RL, Motl J, Kienholz E: Psychometric evidence that mercury from silver dental fillings may be an etiological factor in depression, excessive anger, and anxiety, *Psychol Rep* 1994, 74:67-80 ; Wojcik DP, Godfrey ME, Haley B: Mercury toxicity presenting as chronic fatigue, memory impairment and depression: diagnosis, treatment, susceptibility, and outcomes in a New Zealand general practice setting (1994-2006), *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:415-423.

¹⁰⁹ Nylander M, Weiner J: Mercury and selenium concentrations and their interrelations in organs from dental staff and the general population, *Br J Ind Med* 1991, 48:729-734 ; Harakeh S, Sabra N, Kassak K, Doughan B, Sukhn C: Mercury and arsenic levels among Lebanese dentists: a call for action, *Bull Environ Contam Toxicol* 2003, 70:629-635; Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Erakin C, Kayali A: Blood mercury levels of dental students and dentists at a dental school, *Br Dent J* 2001, 191:449-452.

¹¹⁰ Mutter J., Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

¹¹¹ Lindbohm ML, Ylöstalo P, Sallmen M: Occupational exposure in dentistry and miscarriage, *Occup Environ Med* 2007, 64:127-133.

¹¹² Jones L, Bunnell J, Stillman J: A 30-year follow-up of residual effects on New Zealand School Dental Nurses, from occupational mercury exposure, *Hum Exp Toxicol* 2007, 26:367-374.

¹¹³ Heyer NJ, Bittner AJ, Echeverria D, Woods J: A cascade analysis of the interaction of mercury and coproporphyrinogen-oxidase (CPOX) polymorphism on the heme biosynthetic pathway and porphyrin production, *Toxicol Lett* 2006, 161:159-166; Echeverria D, Woods JS, Heyer N, Rohlman DS, Farin FM, Bittner AC Jr, Li T, Garabedian C: Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism and associations with cognitive and motor function, *Neurotoxicol Teratol* 2005, 27:781-796 ; Echeverria D, Woods JS, Heyer NJ, Rohlman D, Farin

15. Stérilité

Les scientifiques ont mis en évidence une relation entre les obturations au mercure et les problèmes obstétricaux ou la stérilité chez les hommes et les femmes. Dans le cadre de plusieurs études, Gerhard et ses collègues ont montré que les femmes qui ont plus d'amalgames dentaires ou un taux de mercure élevé dans l'urine avaient aussi plus fréquemment des problèmes de stérilité¹¹⁴. Aussi, ont-ils constaté que chez certaines patientes stériles, la détoxification des métaux lourds a conduit à des grossesses spontanées¹¹⁵. Les hommes ne sont pas épargnés. Une diminution de la fertilité masculine a été constatée chez des hommes exposés au mercure¹¹⁶.

16. Susceptibilité accrue au mercure et aux amalgames

Il existe des paramètres de susceptibilité qui pourraient rendre une part significative de la population plus sensible aux amalgames dentaires, à savoir :

- Profils de porphyrines anormaux causés par l'exposition au mercure

Il est bien connu que l'exposition au mercure conduit à une porphyrinurie anormale chez les dentistes¹¹⁷ et les enfants autistes dont les profils de porphyrines redeviennent normaux après traitement par un chélateur du mercure¹¹⁸. Un polymorphisme génétique de la coproporphyrinoxydase (CPOX4)¹¹⁹ induit une susceptibilité au mercure, et donc un risque accru de symptômes neurocomportementaux¹²⁰. Pour Mutter, la question cruciale est l'effet des vapeurs de mercure sur les profils de porphyrines du cerveau, une anomalie de l'hème cérébrale ayant été associée à l'incapacité des cellules cérébrales à éliminer les protéines beta-amyloïdes, qui peut dès lors conduire au développement de la maladie d'Alzheimer¹²¹. Il doit

FM, Li T, Garabedian CE: The association between a genetic polymorphism of coproporphyrinogen oxidase, dental mercury exposure and neurobehavioral response in humans, *Neurotoxicol Teratol* 2006, 28:39-48.

¹¹⁴ Gerhard I, Monga B, Waldbrenner A, Runnebaum B: Heavy metals and fertility. *J Toxicol Environ Health*, 1998, 54:593-611; Gerhard I, Waibel S, Daniel V, Runnebaum B: Impact of heavy metals on hormonal and immunological factors, in women with repeated miscarriages, *Hum Reprod Update* 1998, 4:301-309 ; Gerhard I, Runnebaum B: The limits of hormone substitution in pollutant exposure and fertility disorders, *Zentralbl Gynaekol* 1992, 114:593-602.

¹¹⁵ Gerhard I, Waibel S, Daniel V, Runnebaum B: Impact of heavy metals on hormonal and immunological factors in women with repeated miscarriages, *Hum Reprod Update* 1998, 4:301-309.

¹¹⁶ Sheiner EK, Sheiner E, Hammel RD, Potashnik G, Carel R: Effect of occupational exposures on male fertility: literature review, *Ind Health* 2003, 41:5:5-62; Podzimek S, Prochazkova J, Pribylova L, Bártová J, Ulcová-Gallová Z, Mrklas L, Stejskal VD: Effect of heavy metals on immune reactions in patients with infertility, *Cas Lek Cesk* 2003, 142:285-288 ; Podzimek S, Prochazkova J, Bultasova L, Bartova J, Ulcova-Gallova Z, Mrklas L, Stejskal VD: Sensitization to inorganic mercury could be a risk factor for infertility, *Neuro Endocrinol Lett* 2005, 26:277-282.

¹¹⁷ Woods J Martin, Naleway CA, Echeverria D: Urinary porphyrin profiles as a biomarker of mercury exposure: studies on dentists with occupational exposure to mercury vapor, *J Toxicol Environ Health* 1993, 40:235-46.

¹¹⁸ Nataf R, Skorupka C, Amet L, Lam A, Springbett A, Lathe R: Porphyrinuria in childhood autistic disorder: implications for environmental toxicity, *Toxicol Appl Pharmacol* 2006, 214:99-108 ; Geier DA, Geier MR: A prospective assessment of porphyrins in autistic disorders: a potential marker for heavy metal exposure, *Neurotox Res* 2006, 10:57-64 ; Geier DA, Geier MR: A meta-analysis epidemiological assessment of neurodevelopmental disorders following vaccines administered from 1994 through 2000 in the United States, *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:401-413.

¹¹⁹ Heyer NJ, Bittner AJ, Echeverria D, Woods J: A cascade analysis of the interaction of mercury and coproporphyrinogen-oxidase (CPOX) polymorphism on the heme biosynthetic pathway and porphyrin production, *Toxicol Lett* 2006, 161:159-166; Echeverria D, Woods JS, Heyer NJ, Rohlman D, Farin FM, Li T, Garabedian CE: The association between a genetic polymorphism of coproporphyrinogen oxidase, dental mercury exposure and neurobehavioral response in humans, *Neurotoxicol Teratol* 2006, 28:39-48.

¹²⁰ Woods JS, Echeverria D, Heyer NJ, Simmonds PL, Wilkerson J, Farin FM: The association between genetic polymorphisms of coproporphyrinogen oxidase and an atypical porphyrinogenic response to mercury exposure in humans, *Toxicol Appl Pharmacol* 2005, 206:113-120.

¹²¹ Atamna H, Frey WH: A Role for heme in Alzheimer's disease: Heme binds amyloid and has altered Metabolism, *PNAS* 2004, 101 (Suppl 30):153-158 ;

être souligné que les porphyrines mènent à l'hème, et que l'hème est essentiel à plusieurs mécanismes biochimiques : (i) l'hème est l'oxygène transportant les cofacteurs de l'hémoglobine, (ii) l'hème est un cofacteur crucial pour la classe P450 des enzymes qui sont responsables de la détoxification des xénobiotiques du corps, (iii) l'hème est un cofacteur nécessaire à l'un des complexes dans le système de transport de l'électron des mitochondries et donc de la synthèse de l'ATP. Par conséquent, l'inhibition de la production de l'hème par le mercure a une multitude d'effets secondaires, causant des syndromes et des maladies chez l'homme¹²².

- Expression du facteur neurotrophique provenant du cerveau

Un polymorphisme génétique du facteur neurotrophique dérivé du cerveau (FNPC) augmente également la sensibilité à de très faibles expositions au mercure¹²³.

- Diversité de l'apolipoprotéine E

Il a été démontré que les personnes sensibles aux amalgames sont considérablement plus susceptibles d'être porteurs de l'allèle apolipoprotéine (APO-E4) que les groupes de contrôle sans symptômes, et ont moins de chance d'être porteurs de l'APO-E2¹²⁴. APO-E4 est connu pour être le facteur de risque génétique principal de la maladie d'Alzheimer, tandis que l'APO-E2 réduit ce risque¹²⁵. Les scientifiques estiment que ceci est dû à une différence dans la capacité à éliminer les métaux lourds du liquide céphalorachidien¹²⁶. L'APO-E2 possède deux cystéines avec deux groupes sulfhydriles tandis que l'APO-E4 n'en possède aucune¹²⁷.

- Métabolisme du glutathion

Mutter explique que le glutathion réduit est le principal chélateur naturel des métaux lourds dans le corps, grâce à ses sulfhydriles contenant la cystéine. Seul le mercure lié au glutathion (ou au sélénium) est capable de quitter le corps via l'excrétion biliaire ou urinaire. Par conséquent, un haut niveau de glutathion est crucial pour le métabolisme du mercure. Il a été décrit que les polymorphismes génétiques menant à une déficience de la production de

¹²² Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

¹²³ Echeverria D, Woods JS, Heyer N, Rohlman DS, Farin FM, Bittner AC Jr, Li T, Garabedian C: Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism and associations with cognitive and motor function, *Neurotoxicol Teratol* 2005, 27:781-796; Heyer NJ, Echeverria D, Bittner AJ, Farin FM, Garabedian CC, Woods JS: Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism, and associations with self-reported symptoms and mood, *Toxicol Sci* 2004, 81:354-363.

¹²⁴ Godfrey ME, Wojcik DP, Krone CA: Apolipoprotein E genotyping as a potential biomarker for mercury neurotoxicity, *J Alz Dis* 2003, 5:189-195 ; Wojcik DP, Godfrey ME, Haley B: Mercury toxicity presenting as chronic fatigue, memory impairment and depression: diagnosis, treatment, susceptibility, and outcomes in a New Zealand general practice setting (1994-2006), *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:415-423.

¹²⁵ Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

¹²⁶ Mutter J, Naumann J, Sadaghiani C, Schneider R, Walach H: Alzheimer Disease: Mercury as a pathogenic factor and apolipoprotein E as a moderator, *Neuro Endocrinol Lett* 2004, 25:275-283 ; Pendergrass JC, Haley BE, Vimy MJ, Winfield SA, Lorscheider FL: Mercury vapor inhalation inhibits binding of GTP to tubulin in rat brain: similarity to a molecular lesion in Alzheimer diseased brain, *Neurotoxicology* 1996, 18:315-324 ; Haley B: The relationship of toxic effects of mercury to exacerbation of the medical condition classified as alzheimer's disease. [<http://www.fda.gov/ohrms/dockets/dailys/02/Sep02/091602/80027dd5.pdf>] ; Sibling RL, Motl J, Kienholz E: Psychometric evidence that mercury from silver dental fillings may be an etiological factor in depression, excessive anger, and anxiety, *Psychol Rep* 1994, 74:67-80 ; Wojcik DP, Godfrey ME, Haley B: Mercury toxicity presenting as chronic fatigue, memory impairment and depression: diagnosis, treatment, susceptibility, and outcomes in a New Zealand general practice setting (1994-2006), *Neuro Endocrinol Lett* 2006, 27:415-423 ; Stewart WF, Schwartz BS, Simon D, Kelsey K, Todd AC: ApoE genotype, past adult lead exposure, and neurobehavioral function, *Environ Health Perspect* 2002, 110:501-505.

¹²⁷ Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

glutathion induit une plus grande rétention de mercure organique et inorganique dans l'organisme¹²⁸.

- Troubles neurocomportementaux

Les scientifiques ont prouvé que les amalgames dentaires pouvaient provoquer des troubles neurocomportementaux tels que l'autisme, le déficit de l'attention, l'hyperactivité, etc. Les expériences menées par une équipe de scientifiques conduite par Adams, ont montré que « l'exposition au mercure a altéré le nombre de cellules et la division des cellules ; il a été postulé que ces impacts constituaient le mode d'action des effets nocifs observés dans le développement neuronal. Les implications potentielles de telles observations sont évidentes lorsqu'on les évalue dans leur contexte, avec des recherches qui démontrent que l'altération de la prolifération des cellules et leurs effets neuropathologiques sont associés à des déficiences neurocomportementales spécifiques (par exemple, l'autisme) »¹²⁹. Ils ont observé une hausse significative des niveaux de mercure dans les dents des bébés ayant des troubles autistiques en comparaison avec le groupe de contrôle¹³⁰. Le mercure dans les dents des nourrissons reflète l'exposition mercurielle via l'utérus¹³¹.

Cheuk et Wong ont mesuré de considérables augmentations de taux de mercure sanguins chez des patients atteints de déficit de l'attention et d'hyperactivité, par rapport au groupe de contrôle¹³², tandis que Desoto et Hitlan ont relevé la même chose chez des patients atteints de troubles autistiques¹³³.

De plus, des études expérimentales aussi bien qu'épidémiologiques ont prouvé que l'exposition au mercure est responsable de l'autisme ou de l'aggravation de la maladie. L'exposition prénatale aux amalgames maternels¹³⁴ et d'autres facteurs, combinés à une sensibilité génétique peuvent provoquer l'autisme¹³⁵.

D'autres études épidémiologiques confirment une association significative entre l'exposition à de faibles doses de mercure et les troubles du développement neurologique¹³⁶. Les enfants

¹²⁸ *Idem.*

¹²⁹ Adams JB, Romdalvik J, Ramanujam VM, Legator MS: Mercury, lead, and zinc in baby teeth of children with autism versus controls, *J Toxicol Environ Health* 2007, 70:1046-1051.

¹³⁰ *Idem.*

¹³¹ Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

¹³² Cheuk DK, Wong V: Attention-deficit hyperactivity disorder and blood mercury level: a case control study in Chinese children, *Neuropediatrics* 2006, 37:234-240.

¹³³ Desoto MC, Hitlan RT: Blood levels of mercury are related to diagnosis of autism: a reanalysis of an important data set, *J Child Neurol* 2007, 22:1308-1311.

¹³⁴ Holmes AS, Blaxill MF, Haley BE: Reduced levels of mercury in first baby haircuts of autistic children, *Int J Toxicol* 2003, 22:277-85 ; Geier DA, Kern JK, Geier MR: A prospective study of prenatal mercury exposure from maternal dental amalgams and autism severity, *Acta Neurobiol Exp* 2009, 69:189-197.

¹³⁵ Hornig M, Chian D, Lipkin W: Neurotoxic effects of postnatal thimerosal are mouse strain dependent, *Mol Psychiatry* 2004, 9:833-845.

¹³⁶ Amin-Zaki L, Majeed MA, Greenwood MR, Elhassani SB, Clarkson TW, Doherty RA: Methylmercury poisoning in the Iraqi suckling infant: a longitudinal study over five years, *J Appl Toxicol* 1981, 1:210-214 ; Counter SA, Buchanan LH, Ortega F, Laurell G: Elevated blood mercury and neuro-otological observations in children of the Ecuadorian gold mines, *J Toxicol Environ Health* 2002, 65:149-163 ; Debes F, Budtz-Jorgensen E, Weihe P, White RF, Grandjean P: Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14 years, *Neurotoxicol Teratol* 2006, 28:363-75 ; Palmer R, Blanchard S, Stein Z, Mandell D, Miller C: Environmental mercury release, special education rates and autism disorder: an ecological study of Texas, *Health&Place* 2006, 12:203-209 ; Rury J: Links between environmental mercury special education and autism in Louisiana, PhD thesis, Louisiana State University, Baton Rouge (LA), 2006 ; Windham GC, Zhang L, Gunier R, Croen LA, Grether JK: Autism spectrum disorders in relation to distribution of hazardous air pollutants in the San Francisco Bay area, *Environ Health Perspect* 2006, 114:1438-1444.

autistes ont des taux effondrés du glutathion, chélateur naturel du mercure¹³⁷ et il est connu que le mercure est capable de causer ce phénomène¹³⁸.

Zahir et ses collègues ont souligné que l'accès du mercure... « ...au corps humain via de multiples chemins (air, eau, alimentation, produits cosmétiques et même vaccins) augmente l'exposition. Les fœtus et bébés sont plus susceptibles à la toxicité du mercure. Le mercure contenu dans l'alimentation des mères se transmet au fœtus par le sang et au bébé via le lait maternel. Des baisses de performance de la fonction motrice et de la mémoire ont été reportées parmi les enfants exposés à des quantités de mercure supposées sans danger [...]. Le mercure a été mis en cause dans plusieurs types de troubles, parmi lesquels les troubles neurologiques, néphrologiques, immunologiques, cardiaques, moteurs, des troubles de la reproduction et même des troubles génétiques. »¹³⁹. Quelques études ont même évalué la fréquence des symptômes et établi des corrélations troubles neurotoxiques légers/mercure. L'étude de Tübingen a constaté que les troubles évoqués chez les patients porteurs d'amalgames étaient extrêmement proches des symptômes de microhydrargisme décrits en médecine du travail. Pour la première fois, il a été prouvé statistiquement qu'il existe une relation entre la concentration en mercure dans la salive - et non le nombre d'obturations en amalgame - et les symptômes déterminés de maladies. Ce serait en particulier le cas pour la chute des cheveux, les troubles à l'estomac et le saignement des gencives.

Exemples de liens entre douleur et concentration en mercure

Troubles	Concentration de mercure dans la salive (en µg/l)					
	0-10	11-20	21-50	51-100	101-150	> 150
Troubles fréquents de l'estomac et des intestins	20	25,5	24,5	24,5	30,5	33
Saignements fréquents des gencives	24,8	25,8	28	31	37	36,8

Source : étude de Tübingen

Une autre étude, citée par la Commission européenne, donne même des chiffres précis sur la fréquence des symptômes :

¹³⁷ James S, Cutler P, Melnyk S, Jernigan S, Janak L, Gaylor DW, Neubrandner JA: Metabolic biomarkers of increased oxidative stress and impaired methylation capacity in children with autism, Am J Clin Nutr 2004, 80:1611-1617.

¹³⁸ James SJ, Slikker W, Melnyk S, New E, Pogribna M, Jernigan S: Thimerosal neurotoxicity is associated with glutathione depletion: protection with glutathione precursors, Neurotoxicology 2005, 26:1-8.

¹³⁹ Zahir F, Rizwi SJ, Haq SK, Khan RH: Low dose mercury toxicity and human health, Environ Toxicol Pharmacol 2005, 20:351-360.

Fréquence des symptômes auprès de patients porteurs d'amalgames ayant autodiagnostiqué un électrogalvanisme (en %)

Symptômes de type oral	Symptômes somatiques	Symptômes psychologiques			
Brûlures	19	Douleurs musculaires	37	Manque d'énergie au travail	51
Goût métallique	16	Maux de tête	27	Qualité de vie détériorée	47
Mal au dents	10	Symptômes neurologiques	25	Fatigue	35
Bouche sèche	8	Articulations douloureuses	24	Anxiété	31
Difficultés à mâcher	4	Vertiges	20	Dépression	28
		Douleurs intestinales	17	Incapacité à se relaxer	18
		Vision diminuée	15	Insomnies	15
		Allergies	14	Irritabilité	12
		Problèmes de peau	13		
		Difficultés respiratoires	12		
		Douleurs de poitrine	11		
		Palpitations cardiaques	11		
		Douleurs lombaires	11		
		Symptômes génitaux	7		
		Perte de cheveux	6		
		Diarrhée	6		
		Sueur	5		
		Constipation	5		

- Mercure dans les tissus infantiles : un risque accru de troubles neurologiques du développement.

Les effets potentiels des métaux lourds, déjà effrayants chez l'adulte, sont plus graves encore chez les enfants : exposé à des doses comparables de toxines, l'organisme d'un fœtus, d'un bébé ou d'un enfant réagit forcément davantage que celui d'un adulte. Au cours des premiers mois et des premières années de sa vie, les organes d'un enfant se développent rapidement, ce qui l'expose davantage aux troubles fonctionnels. Le système nerveux poursuit son développement tout au long de la croissance de l'enfant, et ce dernier est donc particulièrement sensible aux composés chimiques toxiques présents dans son environnement personnel, dans la nourriture et dans l'eau¹⁴⁰.

Drasch et ses alliés ont trouvé des niveaux de mercure culminant à 20 ng Hg/g dans les tissus cérébraux d'enfants allemands, qui étaient principalement causés par les amalgames de leurs mères¹⁴¹. Des niveaux de mercure de 0.02 ng Hg/g ont provoqué une dégénérescence des axones¹⁴². En outre, les taux de mercure mesurés dans les cerveaux d'enfants dont leurs mères portent des amalgames sont suffisants pour inhiber la fonction de la très importante enzyme méthionine synthétase¹⁴³. La méthionine synthétase est cruciale pour la méthylation, une étape centrale de la plupart des réactions métaboliques essentielles du corps humain, y compris le développement du cerveau, la maturation des cellules nerveuses et la production de neurotransmetteurs.

¹⁴⁰ Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, préc.

¹⁴¹ Drasch G, Schupp I, Hofl H, Reinke R, Roeder G: Mercury burden of human fetal and infant tissues, Eur J Ped 1994, 153:607-610.

¹⁴² Leong CCW, Syed NI, Lorscheider FL: Retrograde degeneration of neurite membrane structural integrity of nerve growth cones following in vitro exposure to mercury, Neuro Report 2001, 12:733-737.

¹⁴³ Waly M, Olteanu H, Banerjee R, Choi SW, Mason JB, Parker BS, Sukumar S, Shim S, Sharma A, Benzecry JM, Power-Charnitsky VA, Deth RC: Activation of methionine synthase by insulin-like growth factor and dopamine: a target for neurodevelopmental toxins and thimerosal, Mol Psychiatry 2004, 9:358-370; Deth RC: Truth revealed: New scientific discoveries regarding mercury in medicine and autism, Congression Testimony before the US House of Representatives. Subcommittee in human rights and wellness 2004.

Les amalgames dentaires chez les mères augmentent également de manière significative les taux de mercure dans le sang du cordon ombilical¹⁴⁴. Or, certaines études montrent que le risque de retard de développement neurologique des enfants est 3.58 fois supérieur lorsque les niveaux de mercure dans le sang du cordon sont au-dessus de 0.8 ng Hg/ml¹⁴⁵.

- Réactions allergiques

D'après le rapport du député Gérard Miquel portant les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, il est certain que la pose d'amalgames peut entraîner des réactions allergiques plus ou moins graves et prononcées chez les patients¹⁴⁶. Alliages et amalgames, conçus et réalisés pour être utilisés au contact du vivant sont des biomatériaux. La biocompatibilité, c'est-à-dire la compatibilité des biomatériaux et de l'organisme n'est pas garantie à 100 %¹⁴⁷.

En général, les risques des alliages dans le tissu mou du corps humain sont les réactions inflammatoires, tissulaires telles que le « tatouage », forme de pigmentation disgracieuse de la gencive ou immunologiques (allergies au sens strict). Les réactions allergiques liées aux amalgames sont connues, mais, sauf exception¹⁴⁸, elles sont peu étudiées. Il n'y a pas d'accord général sur la proportion de patients sujets aux allergies, mais certains estiment qu'elle peut aller jusqu'à 8 % des cas ; un pourcentage suffisant pour s'en inquiéter¹⁴⁹.

Les allergies aux amalgames appartiennent à la catégorie des allergies dites de contact, avec manifestations cutanées sous forme d'irritation plus ou moins grave de la muqueuse (eczéma, dermatite, « lichen plan »), apparaissant rapidement (24/48 heures) après la pose de l'amalgame, mais pas immédiatement, par opposition aux hypersensibilités immédiates avec asthme et œdèmes. L'allergie est aisément repérable en présence de deux critères : une réaction positive aux tests avec allergènes, et la guérison rapide après suppression de l'allergène, en l'espèce l'amalgame dentaire¹⁵⁰.

Toutefois, pour Gérard Miquel, s'il est tout à fait certain que la pose d'amalgame peut entraîner des allergies, il est non moins certain que « le mercure, quoique très souvent incriminé, n'est pas le seul agent sensibilisant de l'amalgame dentaire ». Son rôle n'est nullement exclusif. La sensibilité, voire l'hypersensibilité à l'argent, et de plus en plus au cuivre, dont la proportion a sensiblement augmenté dans les amalgames récents, est à prendre en compte¹⁵¹.

¹⁴⁴ Palkovicova L, Ursinyova M, Masanova V, Yu Z, Hertz-Picciotto I: Maternal amalgam dental fillings as the source of mercury exposure in developing fetus and newborn, *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2008, 18(Suppl 3):326-331; Unuvar E, Ahmadov H, Kiziler AR: Mercury levels in cord blood and meconium of healthy newborns and venous blood of their mothers: Clinical, prospective cohort study, *Sci Total Environ* 2007, 374 (Suppl 1):60-70.

¹⁴⁵ Jedrychowski W, Jankowski J, Flak E, Skarupa A, Mroz E, Sochacka-Tatara E, Lisowska-Miszczuk I, Szpanowska-Wohn A, Rauh V, Skolicki Z, Kaim I, Perera F: Effects of prenatal exposure to mercury on cognitive and psychomotor function in one-year-old infants: epidemiologic cohort study in Poland, *Ann Epidemiol* 2006, 16:439-447.

¹⁴⁶ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

¹⁴⁷ *Idem*.

¹⁴⁸ Véron C., Hildebrandt MF., Fernandez JP., les pigmentations gingivales pour l'amalgame dentaire, *J. Bromet. Dent.* 1985, 1, 47-52.

¹⁴⁹ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, préc.

¹⁵⁰ *Idem*.

¹⁵¹ *Idem*.

- Electrogalvanisme

Les alliages employés en dentisterie semblent également jouer un rôle dans la genèse d'un autre problème : l'électro-sensibilité résultant du phénomène d'électrogalvanisme. Ce dernier consiste dans la création de courants électriques, de très basse tension.

Ce phénomène serait, apparemment, dû à la présence simultanée du mercure avec différents autres métaux en bouche (nickel, cobalt, chrome, or, etc.) – combinaison qui crée des courants électriques (galvaniques) mesurables, créateurs de champs électromagnétiques perturbateurs¹⁵². Il y a libération d'ions métalliques lorsqu'un amalgame se trouve à proximité d'autres métaux, en particulier d'un alliage métallique plus électropositif, la salive jouant alors le rôle d'électrolyse. La différence de potentiel électrique crée un phénomène de pile, autoentretenu par la corrosion de l'amalgame (le courant accroît la libération d'ions métalliques, et le phénomène de micropile accélère la corrosion)¹⁵³. Les mesures courantes varient entre 4 à 50 micros ampères, avec quelques cas connus à 160 micros ampères. On cite également le cas de vapeurs mercurielles mesurées entre un amalgame et un inlay en or à 450 µg de mercure par m³¹⁵⁴.

Les personnes porteuses d'amalgames seraient ainsi plus sujettes aux perturbations électromagnétiques de l'environnement, car les métaux en bouche agiraient comme corps de résonance¹⁵⁵. En effet, cette réaction est susceptible de générer des manifestations buccales désagréables (goût métallique, brûlures, petites lésions de type « lichen plan »). Le polymétallisme doit donc être évité et les restaurations doivent être les plus homogènes possibles¹⁵⁶.

Scientifiquement donc, l'amalgame dentaire est une cause de multiples maladies et troubles chez l'humain. Au regard de ces effets nocifs incalculables sur la santé des patients, dont certains sont irrémédiables, l'amalgame apparaît vraisemblablement comme un poison ou, selon les mots du rapporteur Huss Jean, comme une « bombe à retardement »¹⁵⁷ dans la bouche de ses porteurs. Il suscite aussi d'importantes critiques et de grandes craintes en matière environnementale en raison des pollutions qui peuvent en résulter.

B. Pollution environnementale liée aux rejets du mercure des amalgames dentaires

Il faut rappeler que le mercure appartient à la famille de ce que la communauté scientifique nomme sans définir unanimement, les métaux lourds et que ces derniers sont présents naturellement dans notre environnement, surtout dans la croûte terrestre où ils contribuent à l'équilibre de la planète. Cependant, par l'intervention humaine, ils se disséminent, s'accumulent, se modifient chimiquement, ce qui peut augmenter leur toxicité par le biais d'activités minières, industrielles et agricoles, de la chasse, (et de nombreux produits de consommation qui terminent comme déchets), l'air, l'eau, le sol, les micro-organismes, les plantes, les animaux. En fin de compte, les êtres humains sont intoxiqués par les métaux lourds¹⁵⁸.

¹⁵² www.electrosensible.org/b2/index.php/ehs/presentation_ehs; FEB – The Swedish Association for the ElectroHyperSensitive: www.org.feb.nu/index_int.htm.

¹⁵³ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

¹⁵⁴ *Idem.*

¹⁵⁵ www.electrosensible.org/b2/index.php/ehs/presentation_ehs; FEB – The Swedish Association for the ElectroHyperSensitive: www.org.feb.nu/index_int.htm.

¹⁵⁶ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

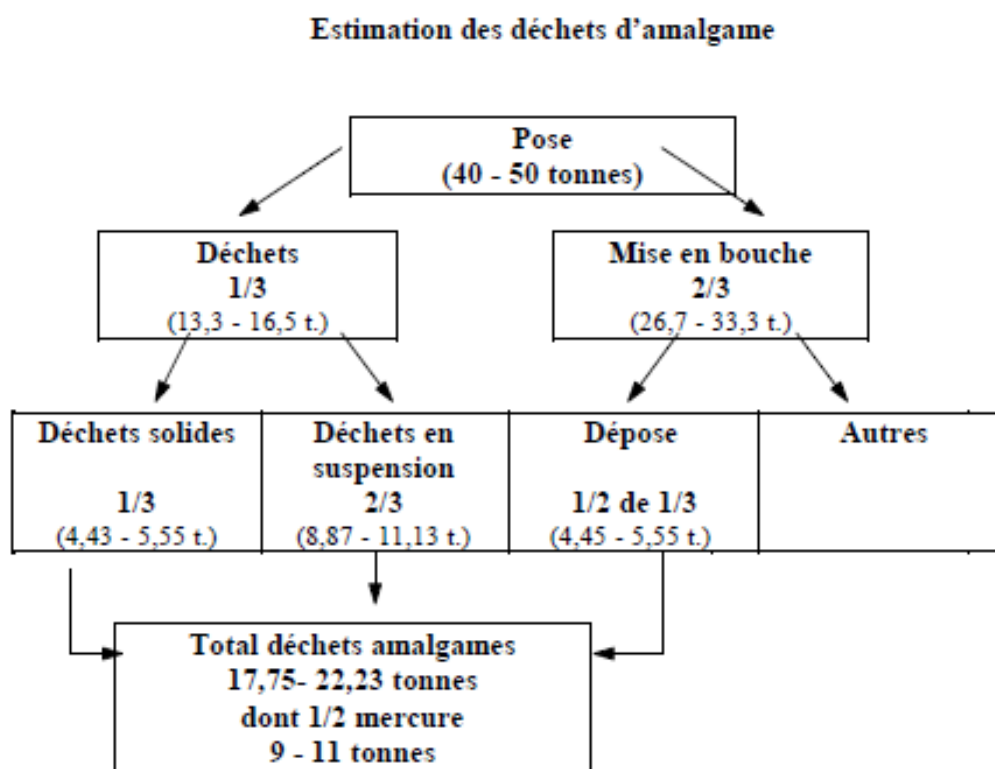
¹⁵⁷ Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport de la Commission des questions sociales, de la santé et de la famille, Assemblée Parlementaire du Conseil de l'Europe, Doc. 12613, Luxembourg, 12 mai 2011.

¹⁵⁸ Peter Jennrich, Schwermetalle – Ursache für Zivilisationskrankheiten [Les métaux lourds – cause de maladies de civilisation], Editions Co'med, Hochheim 2007, cité par Huss Jean, *op. cit.*

Outre leur présence naturelle dans l'écorce terrestre et leurs utilisations industrielles, beaucoup de métaux sont présents dans l'environnement humain plus directement, sans que cela soit forcément connu par tous... Il serait une erreur de penser que certaines personnes ne seront pas concernées par la problématique parce qu'elles n'ont pas d'amalgames dentaires ou n'opèrent pas dans une entreprise travaillant les métaux ; étant donné que d'autres sources sont susceptibles de les mettre en contact avec des métaux toxiques¹⁵⁹, et compte tenu du caractère diffus de la pollution mercurielle qui est, par ailleurs, une pollution transfrontalière.

S'agissant donc de l'amalgame dentaire, en particulier, il n'existe aucun doute que le mercure soit un véritable polluant de l'environnement. Le fait que les premières réglementations sur l'amalgame dentaire soient issues de la convention OSPAR sur la prévention des pollutions marines, est déjà un signal fort pertinent. C'est en effet, par crainte des rejets mercuriels dans les milieux aquatiques que les autorités internationales se sont préoccupées de l'utilisation de l'amalgame dentaire. En France, la première réglementation de l'amalgame (arrêté du 30 mars 1998), était justement relative à l'élimination des déchets d'amalgame¹⁶⁰.

S'il en est ainsi, c'est parce que l'on sait, en effet, qu'il existe d'importantes quantités de mercure libérées dans les cabinets dentaires. D'après Gérard Miquel, en France, un groupe de travail sur le mercure de l'Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux (AGHTM) avait évalué les déchets mercuriels entre 14,5 et 20 tonnes de mercure par an, même si avec des vérifications opérées par lui conduisent à une évaluation légèrement inférieure comme le montre la figure ci-dessous¹⁶¹.



Source : Calculs OPECST

¹⁵⁹ Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, *op. cit.*

¹⁶⁰ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

¹⁶¹ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

Aussi, le Consensus de l’OMS sur les amalgames dentaires reconnaît-il clairement que le mercure utilisé en odontologie peut contaminer l’environnement par le biais de l’évacuation des déchets provenant des cliniques dentaires. Les déchets d’amalgames sont en effet classés comme "déchets à risque " pour l’environnement et dont la manipulation exige précaution et minutie¹⁶². S’il en est ainsi, c’est parce que le mercure est un des polluants les plus préoccupants du fait de sa toxicité, de sa persistance dans l’environnement et de ses propriétés de bioaccumulation. Les amalgames dentaires contribuent donc aux pollutions de l’environnement par le mercure¹⁶³.

1. Pollution de l’air et de l’atmosphère

Les études démontrent que les niveaux de mercure dans l’environnement augmentent depuis le début de l’ère industrielle (dans les années 1800 à 1850)¹⁶⁴. De même, d’après le Programme des Nations Unies pour l’Environnement (PNUE), il y a eu une hausse alarmante du mercure dans notre environnement¹⁶⁵ et dans le corps humain¹⁶⁶ au cours des dernières décennies. Le PNUE rapporte une multiplication par 3 à 5 durant les 25 dernières années¹⁶⁷. Dans l’Union Européenne, par exemple, l’usage des amalgames représente 120 tonnes annuelles et les dentistes sont le second groupe d’utilisateurs en Europe¹⁶⁸. Or, on sait que dans les cabinets dentaires, l’amalgame libère du mercure lors de la condensation, du polissage et lors de la dépose d’une restauration. Durant ces actes, la proportion de mercure libérée et susceptible d’être absorbée varie entre 85 et 325 mg/m³¹⁶⁹ ce qui représente une source considérable de pollution mercurielle qui contamine l’air que nous respirons.

La figure ci-dessous représente une synthèse d’études menées dans plusieurs pays en vue de déterminer la teneur en mercure dans l’air des cabinets dentaires :

¹⁶² Laurent Aufrère, Les amalgames, mai 2017.

¹⁶³ Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d’autres métaux, *op. cit.*

¹⁶⁴ Lockhart WL, Wilkinson P, and others. Current and historical inputs of mercury to high altitude lakes in Canada and to Hudson Bay, Water Air Soil Pollution 1995, 80:603-10, cité par Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

¹⁶⁵ UNEP (United Nations Environment Programm Chemicals): Global Mercury Assessment 2002. [<http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/GMA-report-TOC.htm>].

¹⁶⁶ Laks DR: Assessment of chronic mercury exposure within the U.S. population, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. Biometals 2009.

¹⁶⁷ UNEP (United Nations Environment Programm Chemicals): Global Mercury Assessment 2002. [<http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/GMA-report-TOC.htm>].

¹⁶⁸ Laks DR: Assessment of chronic mercury exposure within the U.S. population, National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006, Biometals 2009 ; Hylander L, Lindvall A, Gahnberg L: High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 362:74-84.

¹⁶⁹ Société Francophone de Biomatériaux Dentaires, Les amalgames, Université Médicale Virtuelle Francophone, 2009-2010.

La teneur en mercure dans l'air des cabinets dentaires

Synthèse d'études étrangères et d'une expérimentation en France

1^{ère} conclusion (études européennes) : La valeur moyenne constatée dans les cabinets dentaires est de 25 µg/m³, soit une valeur de moitié inférieure à la valeur moyenne d'exposition acceptée en France (50 µg/m³ valeur limite fixée par l'Institut National de la Recherche et de Sécurité).

2^{ème} conclusion : La concentration en mercure dans l'air est très dépendante de la température. Elle triple entre 80° et 20 °.

3^{ème} conclusion : La valeur moyenne recouvre des mesures très hétérogènes. La concentration varie dans des proportions considérables, selon le lieu de la mesure, dans une proportion de 1 à 1.000.

Exemple de mesures dans un cabinet dentaire :

- mercure dans la salle d'attente	0,1 µg/m ³ d'air
- moyenne cabinet	7,8 µg/m ³ d'air
- mercure dans la poubelle	8,6 µg/m ³ d'air
- mercure près de l'amalgameur	13,8 µg/m ³ d'air
- mercure sur le lieu de stockage des déchets	91,9 µg/m ³ d'air

4^{ème} conclusion : Ces mesures font apparaître des pics de concentration et par conséquent, des lieux à surveiller tout particulièrement.

Ces études démontrent que dans un cabinet dentaire où l'amalgame est manipulé, l'air ambiant respiré par le personnel et par les patients est, en général, pollué et que les lieux de stockage des déchets d'amalgames sont des zones à risque en raison de fortes concentrations de mercure qui s'y dégagent.

Le mercure peut aussi polluer l'atmosphère lorsque des résidus d'amalgames sont accidentellement ou intentionnellement rejetés avec des déchets municipaux solides ou des déchets biomédicaux. L'incinération des déchets municipaux solides ou biomédicaux ouvre au mercure une voie directe vers l'atmosphère. Sur les dépotoirs, le mercure qui se volatilise fait partie des gaz de dépotoirs qui sont rejetés dans l'atmosphère¹⁷⁰.

Comme l'explique Luke Trip, l'impact de l'augmentation du mercure dans notre environnement se fait sentir partout dans le monde, car les vapeurs de mercure sont transportées par les courants d'air dans un phénomène connu de transport atmosphérique¹⁷¹. Le même phénomène est à l'origine des pluies acides et des problèmes qui en résultent¹⁷².

¹⁷⁰ Gouvernement du Canada, Le mercure et la dentisterie, <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/polluants/mercure-environnement/produits-contenant/dentisterie.html>.

¹⁷¹ Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3

¹⁷² Canada, Minister of Supply and Services, Still waters, the chilling reality of acid rain, report of the Subcommittee on Acid Rain of the Standing Committee on Fisheries and Forestry, 1981, Catalogue # XC 29-321/2-01^E, cité par Luke Trip, *op. cit.*

Le mercure est également transporté à partir de diverses sources d'émissions vers des environnements récepteurs éloignés¹⁷³. En effet, malgré le fait qu'il soit très dense, la forme élémentaire du mercure est volatile. Il peut s'évaporer et se déplacer dans l'atmosphère au gré des courants d'air, affectant ainsi les écosystèmes extrêmement éloignés de la source d'émission.

2. Pollution des cours d'eau, sols et des nappes phréatiques

Les vapeurs de mercure qui pénètrent l'atmosphère sont capturées par les précipitations et autres événements pluvieux, augmentant ainsi la charge de contamination mercurielle pénétrant dans les lacs et les rivières, provenant de diverses sources terrestres telles que les effluents de traitement des eaux usées et les boues d'épuration épandues¹⁷⁴.

Il a, en effet, été prouvé que le mercure rejeté des amalgames dentaires se retrouve dans les eaux usées. Par exemple, de récents calculs effectués par des scientifiques suédois montrent qu'il y a 40 tonnes de mercure dans les dents de la population suédoise, soit l'excrétion annuelle de 100 kg de mercure dans les eaux usées¹⁷⁵. Les experts estiment que 1200 à 1300 tonnes de mercure dentaire sont stockées dans les dents des citoyens européens (27 pays)¹⁷⁶, et pour les Etats-Unis ce sont 1000 tonnes de mercure. Selon Bender, les amalgames dentaires sont la troisième source de pollution mercurielle aux Etats-Unis¹⁷⁷.

Contrairement à l'Europe, les amalgames retirés ne sont souvent pas séparés des eaux usées des cliniques dentaires au pays de l'Oncle Sam¹⁷⁸, ce qui implique un rejet de mercure dentaire dans les canalisations municipales et une infiltration des sols et des cours d'eau et des nappes phréatiques par le mercure. Une situation identique a été observée, en Afrique. Dans le cadre d'une thèse de doctorat en chirurgie dentaire au Sénégal, une enquête menée auprès de 69 cabinets dentaires a révélé que 92,75% des cabinets rejettent les déchets d'amalgame dans le circuit des eaux usées, 66,7% sont reliés à des égouts et 33,3% à des fausses sceptiques¹⁷⁹. Par ailleurs, même dans les pays européens dans lesquels des séparateurs sont utilisés, des parties des amalgames dentaires se retrouvent dans l'environnement¹⁸⁰.

Les boues des stations d'épuration sont également contaminées par les excréments et les urines des porteurs d'amalgames. Elles polluent ensuite les sols quand elles sont épandues¹⁸¹. Une étude réalisée en Hollande, en 1990, avait révélé que les cinq premiers mètres de conduites d'égout directement situées après l'unité de soins concentraient plusieurs kilos de restes d'amalgames sous forme de sédiments. Une étude réalisée au Danemark, rapportée par la Commission d'enquête du Conseil de l'Ordre des Chirurgiens-Dentistes, évaluait, pour sa part, les résidus d'amalgames rejetés dans les égouts entre 100 mg et 800 mg par jour et par praticien,

¹⁷³ Luke Trip, *op. cit.*

¹⁷⁴ Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

¹⁷⁵ Hylander L, Lindvall A, Gahnberg L: High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 362:74-84 ; Hylander L, Lindvall A, Uhrberg R, Gahnberg L, Lindh U: Mercury recovery in situ of four different dental amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 366:320-336.

¹⁷⁶ Hylander L, Lindvall A, Gahnberg L: High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 362:74-84.

¹⁷⁷ Bender M: Taking a bite out of dental mercury pollution. New England zero Mercury Campaign. [http://mpp.cclearn.org/wp-content/uploads/2008/08/nezmc_report_card_on_dental_mercury_final.pdf].

¹⁷⁸ Mutter Joachim, Is dental amalgam safe for humans ? The opinion of the scientific committee of the European Commission, *op. cit.*

¹⁷⁹ Attal Eveline, Comportements à risque de pollution mercurielle pour la santé et l'environnement liés à l'amalgame dentaire, thèse, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 13 avril 2005.

¹⁸⁰ Hylander L, Lindvall A, Gahnberg L: High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators, Sci Total Environ 2006, 362:74-84

¹⁸¹ Gouvernement du Canada, Le mercure et la dentisterie, <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/polluants/mercure-environnement/produits-contenant/dentisterie.html>

la quantité globale annuelle rejetée entre 100 et 200 grammes de mercure par dentiste¹⁸². Appliqués à la France, ces résultats donneraient un rejet global de 4 à 8 tonnes par an. A partir de l'étude hollandaise, on a pu chiffrer la quantité de sédiments mercuriels présente dans les conduites d'égout entre 16 et 33 tonnes¹⁸³.

Selon une autre étude réalisée en 2002, environ 60% des résidus d'amalgames ne sont pas recueillis par les systèmes de succion classiques¹⁸⁴. Ces résidus d'amalgames peuvent parcourir les systèmes d'égouts municipaux jusqu'aux installations de traitement des eaux usées et être rejetés directement dans des cours d'eau ou finir dans les boues d'épuration. Lorsque ces boues sont répandues sur un terrain, le mercure qui s'y trouve peut alors contaminer le sol et la nappe phréatique¹⁸⁵. Il peut aussi, comme indiqué précédemment, se volatiliser à partir du sol et être émis dans l'atmosphère. Selon des études européennes, entre 60 et 90 tonnes de mercure issues des cabinets contamineraient ainsi chaque année l'atmosphère, les eaux de surface et les sols d'Europe¹⁸⁶.

En outre, lorsque des résidus d'amalgames sont rejetés, le taux de libération du mercure peut varier selon la taille des particules d'amalgame et les conditions environnementales, par exemple, la chimie et la température des milieux, tels que les égouts, les sols, les boues et les masses d'eau dans lesquels les eaux d'égout se déversent¹⁸⁷.

3. Contamination de la faune et de la flore

Une fois entré dans l'atmosphère, le mercure peut se déposer sur les sols ou les masses d'eau, et finalement être absorbé par les poissons, la faune et les humains. À cause de la capacité du mercure à se déplacer sur de longues distances avec les courants venteux, le mercure rejeté d'une source ponctuelle peut rester sur place dans l'environnement ou être transporté, au fil du temps, régionalement ou même globalement, et se déposer loin de la source¹⁸⁸.

Les concentrations de méthylmercure augmentent le long de la chaîne alimentaire et avec l'âge¹⁸⁹. En effet, comme l'explique Luke Trip, dans le milieu naturel, le mercure qui pénètre dans les masses d'eau, y compris les résidus d'amalgames de cabinets dentaires, peut être transformé par les bactéries présentes dans la colonne d'eau et les sédiments des lacs et des rivières en une classe de composés chimiques organométalliques dénommés collectivement méthylmercure. Le méthylmercure est persistant dans l'environnement. Il se bioaccumule dans les tissus et les organes vivants et est extrêmement toxique¹⁹⁰.

Ainsi, le mercure dentaire libéré dans l'environnement contamine les plantes et les animaux. Hahn et ses collègues ont constaté à travers des expériences menées sur des singes et des moutons que le mercure de l'amalgame pénètre facilement dans les racines de la dentine ainsi que dans l'os de la mâchoire¹⁹¹. Le mercure peut perturber la reproduction et le comportement des oiseaux. Certains phoques et certaines baleines des régions arctiques, de même que certains

¹⁸² M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

¹⁸³ M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Assemblée nationale, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 6 avril 2001 5 avril 2001.

¹⁸⁴ Watson et al. 2002, cité par Gouvernement du Canada, Le mercure et la dentisterie, *op. cit.*

¹⁸⁵ *Idem.*

¹⁸⁶ P. Maxon, Mercury in Dental Use : Environmental Implications for the European Union, European Environmental Bureau, 2007, cité par M. Huss.

¹⁸⁷ Gouvernement du Canada, Le mercure et la dentisterie, *op. cit.*

¹⁸⁸ *Idem.*

¹⁸⁹ Green Facts, Mercure, <https://www.greenfacts.org/fr/mercure/mercure-1.htm>.

¹⁹⁰ Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, *op. cit.*

¹⁹¹ Hahn LJ, Kloiber R, Vimy MJ, Takahashi Y, Lorscheider FL: Dental "silver" tooth fillings: a source of mercury exposure revealed by whole-body image scan and tissue analysis, *FASEB Journal* 1989, 3:2641-2646 ; Hahn LJ, Kloiber R, Leininger RW, Vimy M, Lorscheider FL: Whole-body imaging of the distribution of mercury released from dental fillings into monkey tissues, *FASEB Journal* 1990 , 4:3256-3260.

mammifères marins prédateurs des eaux chaudes peuvent encourir des risques¹⁹². Au Canada et aux États-Unis, les études ont montré de fortes concentrations de mercure dans les tissus des poissons¹⁹³. Dans certains cas, le problème touchait des provinces entières telles que le Nouveau-Brunswick ou la Nouvelle-Écosse¹⁹⁴. De même, certains écosystèmes, tels que les sols forestiers, pourraient être perturbés par le mercure¹⁹⁵. Au demeurant, les dangers du mercure chez les professionnels de l'art dentaire exigent une attention particulière.

¹⁹² Green Facts, Mercure, <https://www.greenfacts.org/fr/mercure/mercure-1.htm>

¹⁹³ USEPA, Office of Science and Technology, Listing of fish and wildlife advisories, August 1999, URL: <http://fish.rti.org/>.

¹⁹⁴ Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

¹⁹⁵ Green Facts, Mercure, <https://www.greenfacts.org/fr/mercure/mercure-1.htm>

**CHAPITRE TROISIEME : FOCUS SUR L'EXPOSITION DES
PROFESSIONNELS DE L'ART DENTAIRE AU MERCURE**

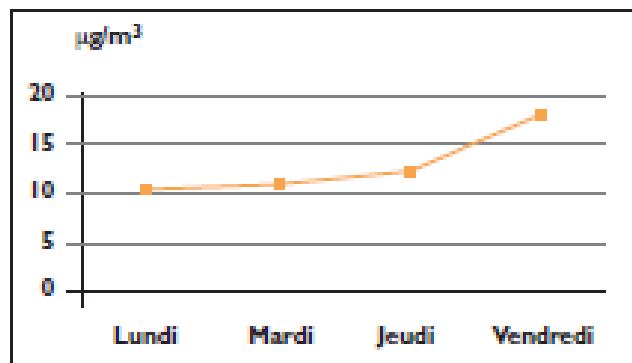
L'exposition des professionnels de l'art dentaire au mercure est très dangereuse. Il serait naïf de croire qu'elle n'a cours que dans les cabinets dentaires, puisqu'elle commence depuis les premières années d'études universitaires en dentisterie et se poursuit tout au long de la carrière (I). Elle a donné lieu à des contentieux en droit du travail qui ont parfois abouti à des condamnations (II.).

I. Exposition dangereuse constatée depuis l'université jusqu'au cabinet

Des études rapportées par l'ONG Non Au Mercure dentaire, en 2014¹⁹⁶, ont montré l'ampleur des dangers encourus par les professionnels de l'art dentaire exposés au mercure des amalgames. En effet, des autopsies effectuées par des chercheurs Suédois sur les dépouilles de personnels dentaires décédés ont révélé des niveaux de mercure très élevés dans l'hypophyse, le cortex occipital et le cortex rénal de ces derniers¹⁹⁷.

Fort est de constater que cette exposition dangereuse des professionnels de l'art dentaire commence très tôt à l'université, au cours des séances de formation à la restauration des lésions carieuses avec amalgame au mercure. Les analyses réalisées sur des étudiants en odontologie ou dentisterie ont révélé des niveaux élevés de mercure dans le sang des dentistes¹⁹⁸, et cela, dès le commencement de leurs études¹⁹⁹. Des mesures d'atmosphère d'une salle de 30 fauteuils dans une faculté de chirurgie dentaire, réalisées en 1995, ont révélé une augmentation progressive des concentrations en mercure tout au long d'une semaine de travail (voir tableau suivant)²⁰⁰.

Fig. I : Évolution des concentrations atmosphériques de mercure sur une semaine dans une faculté de chirurgie dentaire (salle de 30 fauteuils) [30].



¹⁹⁶ NaMd, Dentistes, Assistant-e-s dentaires protégés-vous du mercure ! L'Etat des connaissances en 2014, préc.

¹⁹⁷ Nylander M, Friberg L, Eggleston D, Björkman L. Mercury accumulation in tissues from dental staff and controls in relation to exposure. *Swed Dent J*. 1989;13(6):235-43

¹⁹⁸ Kasraei Sh, Mortazavi H, Vahedi M, Bakianian Vaziri P, Assary M. Blood Mercury Level and Its Determinants among Dental Practitioners in Hamadan, Iran. *J Dent (Tehran)*. 2010 Spring;7(2):55-63.

¹⁹⁹ Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Erakin C, Kayali A: Blood mercury levels of dental students and dentists at a dental school. *Br Dent J* 2001, 191:449-452

²⁰⁰ Livardjani et al., Mercury vapor level in surgery environment and concentration in urine of patients after dental amalgam fillings. *Toxicology and Pollution Risk Assessment*, Congress of Indoor Air International (IAI), 31 mars et 1^{er} avril 1995, cité par Schach V. et ali, Le risque mercuriel dans les cabinets dentaires : histoire ancienne ou futur proche, Documents pour le Médecin du Travail N° 93, 1^{er} trimestre 2003.

Une autre étude menée en 2001 toujours dans une faculté de chirurgie dentaire, en vue de mesurer la concentration du mercure en différents points de plusieurs postes de travail, en fin de semaine, en juin, août et septembre, a montré que les sources de pollutions en faculté sont les mêmes que celles que l'on observe en cabinet.

Évolution des concentrations atmosphériques de mercure à différents endroits du cabinet (faculté de chirurgie dentaire), de juin à septembre 2001 [31].

Lieu de prélèvement	Juin		Août		Septembre	
	Hg en µg/m ³	Min-Max	Hg en µg/m ³	Min-Max	Hg en µg/m ³	Min-Max
Sur les fauteuils	4,06	1,1 - 7,6	8,04	2,0 - 25,9	11,38	2,4 - 43,1
Dans les crachoirs	8,1	1,7 - 13,2	10,63	3,4 - 28,0	16,79	4,4 - 26,5
Dans les tuyaux d'aspiration						
• Petit tuyau	664,98	21,1 - 1 862,6	544,05	99,2 - 2 632,1	729,1	17,6 - 1 953,36
• Grand tuyau	17,95	10,4 - 30,6	230,47	5,6 - 2 393,1	379,06	96,1 - 2 384,4
Colonne	8,67	2,6 - 20,3	17,25	6,2 - 80,2	18,81	4,3 - 7,3
Autour du filtre du crachoir (bouchon fermé)	9,98	4,1 - 21,7	18,62	9,8 - 53,36	24,14	9,2 - 50,1
Autour du séparateur	15	3,2 - 37	24,28	9,3 - 49,3	33,96	9,2 - 82,8

Cette étude montre également que les déchets d'amalgames restent dans les différents dispositifs du fauteuil tels que les tuyaux d'aspiration, le crachoir, les filtres...et continuent d'émettre des vapeurs de mercure en grande quantité²⁰¹.

Ces niveaux importants de mercure ont été corrélés à la manipulation de l'amalgame par les dentistes. Dans le cadre de certaines études, on a observé des proportions importantes de mercure dans l'urine des dentistes²⁰², notamment chez ceux qui utilisent l'amalgame²⁰³ et ce dès le premier contact des étudiants avec ce matériau²⁰⁴. La situation est encore plus alarmante chez les assistant(e)s dentaires²⁰⁵.

Les études mettent en exergue la manipulation des amalgames, le nettoyage des instruments comme étant les principales activités polluant l'atmosphère du cabinet dentaire. Les mesures effectuées par des équipes de chercheurs²⁰⁶ sur la quantité de mercure libéré pendant le travail sur amalgame, révèlent que dans les bonnes conditions, la pose peut libérer entre 6 et 8 µg de mercure, le polissage entre 2 et 4 µg, la trituration entre 1 et 2 µg, et la dépose entre 15 et 20 µg.

²⁰¹ Le mercure : un risque méconnu dans les cabinets dentaires ? Bulletins des Inspections Médicales d'Alsace Lorraine, Bimal, 2001, cité par Schach V. et ali, Le risque mercuriel dans les cabinets dentaires : histoire ancienne ou futur proche, préc.

²⁰² Steinberg D, Grauer F, Niv Y, Perlyte M, Kopolovic K. Mercury levels among dental personnel in Israel: a preliminary study. *Isr J Med Sci.* 1995 Jul;31(7):428-32 ; Karahalil B, Rahravi H, Ertas N. Examination of urinary mercury levels in dentists in Turkey. *Hum Exp Toxicol.* 2005 Aug;24(8):383-8.

²⁰³ Lehto T, Alanen P, Rönnemaa T, Helenius H, Kallio V. Urinary mercury concentrations in Finnish dentists. *Proc Finn Dent Soc.* 1989; 85(3):177-85.

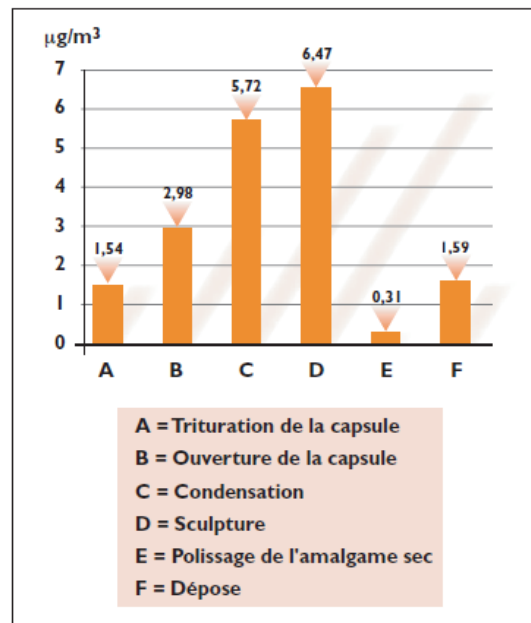
²⁰⁴ De Oliveira MT, Pereira JR, Ghizoni JS, Bittencourt ST, Molina GO. Effects from exposure to dental amalgam on systemic mercury levels in patients and dental school students. *Photomed Laser Surg.* 2010 Oct;28 Suppl 2: S111-4.

²⁰⁵ Nilsson B, Mercury in dental practice. II. Urinary mercury excretion in dental personnel. *Swed Dent J.* 1986; 10 (6):221-32.

²⁰⁶ Langwörth et al., Exposure to mercury vapor and impact on health in the dental profession in Sweden. *Journal of dental research.* 1997; Engle J. et al., Quantification of total mercury vapor released during dental procedures. *Dental Materials.* 1992; Powell L.V. et al., Mercury Vapor release during insertion and removal of dental amalgam. *Operative Dentistry.* 1994, cité par Schach V. et al, Le risque mercuriel dans les cabinets dentaires : histoire ancienne ou futur proche, *op. cit.*

En 1999, Schach-Boos et ses collègues²⁰⁷ ont effectué des prélèvements dans la zone respiratoire de huit dentistes. Les expositions moyennes ont été calculées en fonction des actes réalisés : ces taux varient entre 0,31 de mercure par m³ lors du polissage d'amalgames secs et 6,47 lors de la sculpture des amalgames frais.

Fig. 3 : Concentration atmosphérique de mercure dans la zone respiratoire des dentistes, en fonction de l'acte réalisé.



Dans ces mêmes études, Schach-Boos et son équipe ont mis en évidence le fait qu'en fonction des techniques utilisées, ces valeurs trouvées peuvent atteindre 79 ug/m³. Le tableau suivant illustre l'évolution des concentrations atmosphériques de mercure dans la zone respiratoire d'un dentiste pendant le remplacement d'un amalgame (dent 1) et une obturation par résine (dent 2). Ce praticien utilisait des capsules prédosées non gamma 2, ce qui, en principe, limite au minimum la pollution mercurielle. Mais, après trituration (c'est-à-dire une fois la capsule vibrée et le mélange mercure-alliage réalisé), il ouvrait la capsule, prenait l'amalgame en main et l'insérait manuellement, sans porte-amalgame dans la cavité dentaire. La valeur maximale atteinte était alors de 79 ug/m³, pendant la condensation de l'amalgame dans la dent. La surface des gants restant contaminée, l'exposition se prolongeait pendant toute la durée de la consultation et notamment, des valeurs élevées étaient aussi observées pendant le polissage du composite.

²⁰⁷ Schach-Boos V. et al., Evaluation of the mercury occupational exposure of dentists. Human and Experimental Toxicology, 2001 ; Schach-Boos V. et al., Evaluation de l'exposition professionnelle au mercure des chirurgiens-dentistes XIX^e Journées franco-suisse de médecine du travail, Genève, 17 et 18 mai 2001.

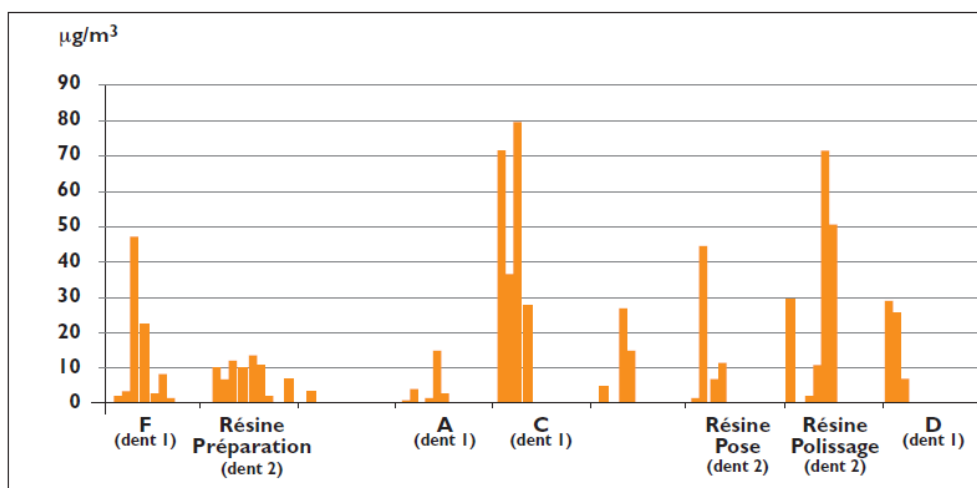


Fig. 4 : Concentrations atmosphériques de mercure dans la zone respiratoire d'un dentiste pendant le remplacement d'un amalgame (dent 1) et une obturation par résine (dent 2).

En Afrique également, des mesures effectuées dans certains cabinets dentaires ont révélé des quantités assez importantes de mercure dans l'atmosphère de ces lieux de travail. C'est le cas à Abidjan, en Côte d'Ivoire, où de fortes concentrations inquiétantes de mercure ont été décelées dans l'air des officines dentaires allant de 250 à 4636 nanogrammes de mercure²⁰⁸.

Même si, globalement et pour une majorité de professionnels, on estime que les niveaux de mercure urinaire sont relativement bas, on observe qu'ils sont pour quelques individus à des niveaux comparables à ceux pour lesquels on a rapporté des effets sur les reins et le système nerveux central²⁰⁹.

En outre, certains travaux ont mis en évidence chez les professionnels de la dentisterie des symptômes imputables au mercure, mais qui ne sont pas corrélés aux niveaux de mercure mesurés dans les urines. En effet, ceux-ci ne rendent pas compte du mercure accumulé dans l'organisme. Un test de mobilisation du mercure par chélation mettra en évidence une concentration de mercure urinaire multipliée par 10 pour les dentistes, alors qu'elle est multipliée en moyenne par 5,9 pour les porteurs d'amalgames et par 5,3 pour des témoins sans amalgame²¹⁰. On remarque que là aussi, l'augmentation de l'excrétion du mercure urinaire est plus grande encore chez les assistantes dentaires²¹¹.

Par ailleurs, des études menées sur des professionnels de l'art dentaire ont montré qu'à exposition comparable, des facteurs génétiques peuvent augmenter les effets du mercure sur la sphère cognitive, l'humeur et le comportement²¹².

²⁰⁸ Voir Anderson Diédri, Le CASE plaide pour l'interdiction des amalgames dentaires, www.eburnietoday.com

²⁰⁹ Skare I, Bergström T, Engqvist A, Weiner JA. Mercury exposure of different origins among dentists and dental nurses. *Scand J Work Environ Health*. 1990 Oct;16(5):340-7.

²¹⁰ Molin M, Schütz A, Skerfving S, Sällsten G. Mobilized mercury in subjects with varying exposure to elemental mercury vapour. *Int Arch Occup Environ Health*. 1991;63(3):187-92.

²¹¹ Zander D, Ewers U, Freier I, Brockhaus A. [Mercury exposure of the population. IV. Mercury exposure of male dentists, female dentists and dental aides. *Zentralbl Hyg Umweltmed*. 1992 Dec;193(4):318-28.

²¹² Heyer NJ, Echeverria D, Farin FM, Woods JS. The association between serotonin transporter gene promoter polymorphism (5-HTTLPR), self-reported symptoms, and dental mercury exposure. *J Toxicol Environ Health A*. 2008;71(19):1318-26 ; Echeverria D, Woods JS, Heyer NJ, Rohlman D, Farin FM, Li T, Garabedian CE. The association between a genetic polymorphism of coproporphyrinogen oxidase, dental mercury exposure and neurobehavioral response in humans. *Neurotoxicol Teratol*. 2006 Jan-Feb;28(1):39-48 ; Heyer NJ, Echeverria D, Bittner AJ, Farin FM, Garabedian CC, Woods JS: Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism, and associations with self-reported symptoms and mood. *Toxicol Sci* 2004, 81:354-363 ; Echeverria D, Heyer NJ,

Une étude menée en 2011 par des scientifiques iraniens a permis de comparer la prévalence de symptômes qu'on trouve dans l'intoxication chronique au mercure chez 106 dentistes contre 94 témoins. Le résultat était sans appel (voir le tableau ci-dessous) : même à faible niveau, l'exposition au mercure des dentistes est associée à une augmentation de la prévalence des symptômes²¹³.

Système	Symptôme	Dentistes	Témoins
Peau	Dermatite	9,4 %	8,5 %
	Eczéma	12,3 %	7,4 %
	Hyperpigmentation	12,3 %	3,2 %
Respiration	Souffle court et sensation de brûlure	13,2 %	3,2 %
Cardiovasculaire	Tachycardie	11,3 %	5,3 %
	Pouls irrégulier	15,1 %	3,2 %
Cavité orale	Gingivite	4,7 %	7,4 %
	Salivation	3,8 %	5,3 %
	Mastication douloureuse	4,7 %	1,1 %
Musculaire	Tremblement des mains	16 %	5,3 %
	Spasmes des membres supérieurs	20,8 %	3,2 %
Métabolique	Perte de poids	3,8 %	6,4 %
	Elargissement de la thyroïde	1,9 %	1,1 %
Neuropsychologique	Humeur maussade	31,1 %	8,5 %
	Nervosité	23,6 %	4,3 %
	Anxiété	39,6 %	13,8 %
	Insomnie	21,7 %	5,3 %
	Eréthisme	18,9 %	1,1 %
	Craintes vagues	11,3 %	4,3 %
	Difficultés à écrire	7,5 %	2,1 %
	Déficit de mémoire	31,1 %	2,1 %
	Dépression	22,6 %	5,3 %
Fatigue chronique	45,3 %	17 %	

Une autre étude menée en 2002, sur 170 dentistes et 179 témoins, obtient également des résultats significatifs quant à certains symptômes liés au mercure (voir le tableau ci-après). On observe, en effet, que chez les dentistes, le taux de prévalence aux problèmes de fertilité et aux troubles de la mémoire était multiplié par trois environ, et celui lié aux maladies rénales était multiplié par dix²¹⁴.

Martin MD, Naleway CA, Woods JS, Bittner AC Jr. Behavioral effects of low-level exposure to elemental Hg among dentists. *Neurotoxicol Teratol.* 1995 Mar-Apr; 17(2):161-8.

²¹³ Neghab M, Choobineh A, Hassan Zadeh J, Ghaderi E. Symptoms of intoxication in dentists associated with exposure to low levels of mercury. *Ind Health.* 2011; 49(2):249-54.

²¹⁴ Ritchie KA, Gilmour WH, Macdonald EB, Burke FJ, McGowan DA, Dale IM, Hammersley R, Hamilton RM, Binnie V, Collington D: Health and neuropsychological functioning of dentists exposed to mercury. *J Occup Environ Med* 2002, 59:287-293.

Trouble	Dentistes	Témoins
Problèmes rénaux	6,5 %	0,6 %
Problèmes de fertilité	3 %	1,1 %
Problèmes sanguins	2,4 %	3,9 %
Problèmes cardiovasculaires	2,4 %	1,7 %
Troubles du foie	2,4 %	1,7 %
Troubles de l'immunité	4,1 %	3,9 %
Troubles de la mémoire	25,9 %	9,4 %
Perte d'appétit	6,5 %	13,3 %
Fatigue	62,4 %	56,1 %
Tremblement de la main	10,6 %	7,2 %
Troubles gastro-intestinaux	25,9 %	22,2 %
Troubles du sommeil	35,3 %	36,1 %
Concentration affaiblie	32,4 %	32,8 %
Nervosité	22,4 %	22,2 %

En 2008, le comité scientifique européen des risques sanitaires émergents et nouveaux (SCENIHR) avait indiqué que cette élévation du mercure urinaire est attribuée au fait de triturer le mercure ainsi qu'à la pose et à la dépose des amalgames. Il faisait également observer que dans 25 % des actes chirurgicaux avec amalgame relevés dans une étude, les concentrations de mercure dans la zone où travaillent les professionnels de l'art dentaire dépassent les standards de l'exposition professionnelle. Il soulignait, par ailleurs, que la source principale d'intoxication des dentistes vient, en particulier, des déposes si bien que la nouvelle présentation des amalgames, sous forme encapsulée, ne répond pas de manière suffisante au problème de l'exposition professionnelle²¹⁵.

- Plusieurs études, relèvent ainsi des troubles sensoriels, cognitifs, neurologiques et psychosomatiques chez les dentistes²¹⁶, et plus encore chez les assistantes dentaires²¹⁷. Les scientifiques ont même remarqué une augmentation de la proportion de suicides chez les dentistes hommes²¹⁸.

²¹⁵Rapport SCENIHR, 2008, cité par NaMd, Assistant-e-s dentistes protégés-vous du mercure ! L'Etat des connaissances en 2014, préc.

²¹⁶ Ritchie KA, Macdonald EB, Hammersley R, O'Neil JM, McGowan DA, Dale IM, Wesnes K: A pilot study of the effect of low level exposure to mercury on the health of dental surgeons. *J Occup Environ Med* 1995, 52:813-817 ; Langworth S, Sällsten G, Barregård L, Cynkier I, Lind ML, Söderman E. Exposure to mercury vapor and impact on health in the dental profession in Sweden. *J Dent Res.* 1997 Jul;76(7):1397-404 ; Ngim CH, Foo SC, Boey KW, Jeyaratnam J. Chronic neurobehavioural effects of elemental mercury in dentists. *Br J Ind Med.* 1992 Nov; 49(11):782-90; Uzzell BP, Oler J. Chronic low-level mercury exposure and neuropsychological functioning. *J Clin Exp Neuropsychol.* 1986 Oct;8(5):581-93 ; Shapiro IM, Cornblath DR, Sumner AJ, Uzzell B, Spitz LK, Ship II, Bloch P. Neurophysiological and neuropsychological function in mercury-exposed dentists. *Lancet.* 1982 May 22; 1(8282):1147-50; Bittner ACJ, Echeverria D, Woods JS: Behavioral effects of low-level exposure to Hg0 among dental professional: a cross-study evaluation of psychomotor effects. *Neurotoxicol Teratol* 1998, 17:161-168 ; Aydin N, Karaoglanoglu S, Yigit A, Keles MS, Kirpinar I, Seven N. Neuropsychological effects of low mercury exposure in dental staff in Erzurum, Turkey. *Int Dent J.* 2003 Apr;53(2):85-91 ; Canto-Pereira LH, Lago M, Costa MF, Rodrigues AR, Saito CA, Silveira LC, Ventura DF. Visual impairment on dentists related to occupational mercury exposure. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2005 May;19(3):517-22 ;

²¹⁷ Moen B, Hollund B, Riise T. Neurological symptoms among dental assistants: a cross-sectional study. *J Occup Med Toxicol.* 2008 May 18 ; 3:10 ; Hilt B, Svendsen K, Syversen T, Aas O, Qvenild T, Sletvold H, Melø I. Occurrence of cognitive symptoms in dental assistants with previous occupational exposure to metallic mercury. *Neurotoxicology.* 2009 Nov; 30(6):1202-6.

²¹⁸ Arnetz BB, Hörte LG, Hedberg A, Malmer H. Suicide among Swedish dentists. A ten-year follow-up study. *Scand J Soc Med.* 1987;15(4):243-6 ; Meltzer H, Griffiths C, Brock A, Rooney C, Jenkins R. Patterns of suicide by occupation in England and Wales: 2001-2005. *Br J Psychiatry.* 2008 Jul; 193(1):73-6; Petersen MR, Burnett CA. The suicide mortality of working physicians and dentists. *Occup Med (Lond).* 2008 Jan; 58(1):25-9.

- D'autres travaux appuient également le constat de problèmes rénaux augmentés chez les dentistes²¹⁹, que les données récentes expliquent par le stress oxydatif occasionné par le mercure²²⁰.
- Les études révèlent aussi que les assistantes dentaires et les femmes dentistes risquent des troubles au niveau des fonctions organiques de reproduction²²¹. Un taux d'infertilité plus élevé a été constaté chez les femmes assistantes dentaires exposées aux amalgames²²².
- De plus, certains risques de cancers sont augmentés chez les dentistes²²³ notamment les cancers du cerveau²²⁴, du système reproducteur (sein ou testicule)²²⁵ et de la peau²²⁶.
- Hydrargyrisme : en 2003, en France, l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) a admis le risque d'hydrargyrisme pour les professions dentaires qui se traduit, le plus souvent, après plusieurs années d'exposition par une instabilité émotionnelle, une fatigue excessive, des troubles de la concentration, un état dépressif, la présence d'un goût métallique dans la bouche et parfois des troubles de la vision avec constriction du champ visuel. La symptomatologie neurologique apparaît plus tardivement et se manifeste par des troubles sensitifs des extrémités, tels une paresthésie, un engourdissement s'aggravant à l'effort, des troubles de la sensibilité thermique, pallesthésique et kinesthésique. L'électromyogramme peut mettre en évidence une polyneuropathie sensorielle. Quand les troubles atteignent les membres supérieurs, les praticiens sont gênés dans leur travail, notamment par le tremblement mercuriel, qui apparaît lors des gestes fins, et par les troubles de la coordination²²⁷.

²¹⁹ Verschoor MA, Herber RF, Zielhuis RL. Urinary mercury levels and early changes in kidney function in dentists and dental assistants. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1988 Jun; 16(3):148-52.

²²⁰ Samir AM, Aref WM. Impact of occupational exposure to elemental mercury on some antioxidative enzymes among dental staff. *Toxicol Ind Health.* 2011 Oct; 27(9):779-86.

²²¹ Jones L, Bunnell J, Stillman J. A 30-year follow-up of residual effects on New Zealand School Dental Nurses, from occupational mercury exposure. *Hum Exp Toxicol.* 2007 Apr; 26(4):367-74; Rowland AS, Baird DD, Weinberg CR, Shore DL, Shy CM, Wilcox AJ. The effect of occupational exposure to mercury vapour on the fertility of female dental assistants. *Occup Environ Med.* 1994 Jan;51(1):28-34 ; Lindbohm ML, Ylöstalo P, Sallmén M, Henriks-Eckerman ML, Nurminen T, Forss H, Taskinen H. Occupational exposure in dentistry and miscarriage. *Occup Environ Med.* 2007 Feb;64(2):127-33 ;

²²² Rowland A, Baird D, Weinberg C, Shore D, Shy C, Wilcox A: The effect of occupational exposure to the mercury vapour on the fertility of female dental assistants. *Occup Environ Med* 1994, 51:28-34.

²²³ Simming A, van Wijngaarden E. Literature review of cancer mortality and incidence among dentists. *Occup Environ Med.* 2007 Jul; 64(7):432-8.

²²⁴ Navas-Acien A, Pollan M, Gustavsson P. et al Occupation, exposure to chemicals and risk of gliomas and meningiomas in Sweden. *Am J Ind Med* 2002. 42214–227.227 ; Navas-Acien A, Pollan M, Gustavsson P. et al Interactive effect of chemical substances and occupational electromagnetic field exposure on the risk of gliomas and meningiomas in Swedish men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2002. 111678–1683.1683; Ahlbom A, Norell S, Rodvall Y. et al Dentists, dental nurses, and brain tumours. *BMJ (Clin Res Ed)* 1986. 292662.

²²⁵ Eriksson M, Hardell L, Malker H. et al Increased cancer incidence in physicians, dentists, and health care workers. *Oncol Rep* 1998. 51413–1418.1418; Rix B A, Lyng E. Cancer incidence in Danish health care workers. *Scand J Soc Med* 1996. 24114–120.120 ;

²²⁶ Linet M S, Malker H S, Chow W H. et al Occupational risks for cutaneous melanoma among men in Sweden. *J Occup Environ Med* 1995. 371127–1135.1135; Vagero D, Swerdlow A J, Beral V. Occupation and malignant melanoma: a study based on cancer registration data in England and Wales and in Sweden. *Br J Ind Med* 1990. 47317–324.324.

²²⁷ INRS : Schach V, Jahanbakht S, Livardjani F, Flesch F, Jaeger A, Haikel Y. Le risque mercuriel dans les cabinets dentaires : histoire ancienne ou futur proche ? INRS, 2003, cité par NaMd, Dentistes, Assistant-e-s dentaires protégés-vous du mercure ! L'Etat des connaissances en 2014, préc.

Aussi, la jurisprudence en matière de travail n'a-t-elle pas manqué de condamner cette exposition dangereuse au mercure.

II. Exposition dangereuse condamnée par la jurisprudence en droit social

L'hydrargyrisme est une maladie professionnelle qui n'a pas toujours été considérée comme telle²²⁸. C'est à la faveur de certaines évolutions jurisprudentielles qu'il a été élevé à ce grade dans les pays développés. A côté de la condamnation judiciaire de l'usine de Chisso à dépolluer la baie de Minamata et à payer des dommages et intérêts aux victimes de l'hydrargyrisme au Japon causé par son activité entre 1932 à 1968, des affaires plus spécifiques aux dangers du mercure en milieu professionnel ont donné lieu à des décisions remarquables.

Ainsi, comme l'a rappelé Gérard Miquel dans son rapport²²⁹, en Allemagne, en 1994, 1.500 patients déposèrent plainte pour « coups et blessures en relation avec la fabrication et la commercialisation de matériaux destinés à l'obturation dentaire » à l'encontre de la firme Segussa, fabricant d'amalgames. Se fondant sur un rapport d'expertise (demandé à l'Université de Kiel), et après avoir considéré que le fabricant minimisait les informations et les risques, le tribunal de Francfort condamna la société en question, pour « négligence et manquement à l'obligation de prudence » et en n'avertissant pas les clients (les dentistes) des dangers de l'amalgame dentaire. A la suite du tribunal, la Cour obligea également les praticiens à informer les patients et obtenir leur consentement lors de l'utilisation de ces matériaux. Celui qui omet et minimise cette obligation d'information s'expose à des poursuites²³⁰.

De même, en France, en 1997, s'estimant être victimes d'une intoxication mercurielle suite à la pose d'amalgame dentaire, 15 patients déposèrent plainte contre X pour « empoisonnement » (conformément à l'art. 223 du Code pénal de l'époque).

Plus intéressant encore est le cas de de Bertha Regine Serigstad, une ancienne assistante dentaire norvégienne, qui souffrait de maladies liées à l'intoxication au mercure. En avril 2012, la justice norvégienne a reconnu que l'hydrargyrisme dont elle souffrait était dû au mercure inhalé sur son lieu de travail, c'est-à-dire le cabinet dentaire en raison de la manipulation des amalgames dentaires²³¹. En janvier 2014, cette décision sera confirmée par la Cour suprême de Norvège²³².

En vertu de cette décision, la pension d'invalidité de Bertha Regine Serigstad sera revue à la hausse, ce qui se répercutera également de façon positive sur sa retraite. En outre, elle a reçu une indemnisation pour invalidité permanente de niveau 1-3G, pour un montant compris entre 85 000 et 255 000 NOK (entre 10 000 et 30 000 €)²³³.

Au-delà de son intérêt en matière de protection des droits des femmes en milieu professionnel, la portée historique de cette jurisprudence réside dans la reconnaissance de l'intoxication au mercure dans les cabinets dentaires comme une maladie professionnelle. A partir de cette décision, toutes les assistantes dentaires norvégiennes ayant eu à manipuler des amalgames au mercure et qui ont été quotidiennement en contact avec des vapeurs de mercure pourraient saisir la justice et recevoir gain de cause²³⁴.

Au regard de ces risques sanitaires et de condamnations jurisprudentielles, les institutions chargées de la formation des dentistes, des chirurgiens-dentistes et les assistant(e)s dentistes

²²⁸ NaMd, Dentistes, Assistant-e-s dentaires protégés-vous du mercure ! L'Etat des connaissances en 2014, op. cit.

²²⁹ M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, préc.

²³⁰ M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, op. cit.

²³¹ <http://www.non-au-mercure-dentaire.org/actualites-non-au-mercure.php?article=169>

²³² <http://www.world-psi.org/fr/les-victimes-du-mercure-gagnent-leur-proces-contre-letat-norvegien-devant-la-cour-supreme>

²³³ *Idem.*

²³⁴ http://www.fagbladet.no/forsiden/kvikkslvofrene_vant_mot_staten_i_hyesterett_228193.html

doivent prendre la mesure du danger que représente, pour eux, les amalgames dentaires afin de les substituer par des matériaux de restauration sans mercure de qualité, parce que les amalgames dentaires au mercure sont des produits substituables.

**CHAPITRE QUATRIEME : AMALGAME DENTAIRE AU MERCURE, UN
PRODUIT SUBSTITUABLE**

Avec l'évolution de la science et de la technique, divers matériaux d'obturation dentaires sans mercure ont été élaborés, au fil du temps. Ils sont disponibles (I) et permettent de lutter contre les lésions carieuses dans des conditions quasiment identiques. Complémentairement à ces matériaux de substitution, il existe aussi des solutions permettant de réduire les résidus mercuriels libérés par les amalgames dentaires (II).

I. Disponibilité des matériaux alternatifs

Des matériaux de substitution de l'amalgame dentaire en technique directe existent. Selon l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé en France, ces matériaux ne contiennent pas de mercure et peuvent constituer une alternative aux amalgames pour les mêmes indications cliniques (traitement de la carie dentaire) et pour la même technique d'utilisation c'est-à-dire la technique directe²³⁵ (A). La technique indirecte consiste à prendre l'empreinte de la cavité destinée à être obturée et à l'envoyer au prothésiste. Ce dernier façonne la pièce qui sera ensuite scellée ou collée par le dentiste lors d'une seconde séance²³⁶ (B).

A. Matériaux de substitution en techniques directes

La technique directe consiste à placer un matériau en phase plastique dans la cavité résiduelle et à le faire durcir à l'intérieur. Cette technique a l'avantage d'être rapide et simple. Elle ne fait normalement pas intervenir le prothésiste²³⁷. Les matériaux alternatifs pouvant recevoir application de cette méthode sont les composites et compomères (1) ainsi que les ciments verres ionomères (2).

1. Composites et compomères

Un composite est, comme son nom l'indique, un matériau constitué de deux composants au moins, un produit d'obturation, constitué par une résine à usage dentaire qui est le composant chimiquement actif du composite, et un durcisseur. Techniquement, ce sont des matériaux composés d'une matrice organique résineuse (Bis-GMA ou Uréthanes), de charges (Silice, verres métaux lourds, ou plus les céramiques pour les Ormocers) et d'un agent de couplage (Silane)²³⁸.

L'ensemble se présente sous forme de pâte molle injectée dans la dent par pression sur le piston d'une seringue en plastique. Le processus par lequel la pâte se transforme en matériau dur est dû à la polymérisation de la résine, processus qui modifie la structure des éléments et donne au composite sa consistance définitive. Cette polymérisation a lieu soit par mélange des pâtes, (composites de première génération), soit par ajout d'un liquide, soit enfin par rayonnement, par activation de molécules incorporées dans le composite et sensibles à la lumière. Le composite adhère à la dent après application d'un adhésif, c'est-à-dire par collage. Le résultat final est une obturation esthétique ayant la même couleur que la dent²³⁹.

Les propriétés mécaniques des résines composites varient en fonction de la proportion des différents constituants, de l'emplacement de la cavité (molaire, prémolaire...), du type de lampe à photopolymériser et des conditions de travail en termes d'humidité. Ces techniques esthétiques adhésives nécessitent une grande rigueur et sont très sensibles aux conditions opératoires. La phase de collage étant sensible à l'humidité, l'utilisation d'une digue s'avère nécessaire²⁴⁰.

²³⁵ ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, Avril 2015

²³⁶ *Idem.*

²³⁷ Haute Autorité de Santé, Service évaluation des actes professionnels, Reconstitution d'une dent par matériau incrusté (inlay-onlay) – Rapport d'évaluation technologique, juillet 2009, cité par ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, Avril 2015

²³⁸ ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, op. cit.

²³⁹ *Idem.*

²⁴⁰ *Idem.*

Ce sont des matériaux issus de la nanotechnologie, d'une fiabilité éprouvée et dont la stabilité est renforcée par une photopolymérisation extrêmement rapide.



Dents restaurées à partir de résines composites – Sources : www.dentiste-republique.fr

Les compomères, quant à eux, sont des résines composites polymérisables auxquelles ont été ajoutées des particules de verre ionomère. Un système adhésif et une étape de collage sensible à l'humidité, ainsi qu'une phase de polymérisation sont nécessaires pour obturer, durablement, les cavités dentaires. Les propriétés mécaniques de ce matériau sont inférieures à celles observées avec les composites. Leur utilisation n'est pas très répandue à ce jour²⁴¹.

2. Ciments verres ionomères

Les ciments verres ionomères sont de deux sortes : les CVI traditionnels et les CVIMAR. Les ciments verres ionomères traditionnels, ou CVI, sont constitués d'une poudre (alumine, silice et fluorure de calcium) et d'un liquide (acides polyalkénoïque, acrylique, itaconique et tartrique, et adaptateurs de viscosité) à mélanger.

Initialement utilisés comme ciment pour le collage des pièces prothétiques ou en obturation temporaires, ces matériaux ne nécessitent pas de phase de collage pour adhérer à la dent. La présence de fluorure dans sa composition en fait un matériau approprié pour la prévention de la carie dentaire. En effet, les CVI libèrent des ions fluorures dans la dent et la salive pendant et après la prise. Ces ions ont pour effet principal de renforcer et reminéraliser l'émail.

Cependant, les CVI traditionnels sont sensibles à l'humidité et à la dessiccation. De plus, les CVI possèdent des propriétés mécaniques très limitées et s'érodent plus rapidement que les composites et les amalgames. Leur utilisation est cantonnée aux dents temporaires, en gériatrie, ou pour combler les fissures susceptibles d'entraîner l'apparition de caries, au niveau des dents exposées à de faibles contraintes mécaniques.

Afin de pallier les limites des CVI traditionnels, les CVIMAR ont été développés. Il s'agit de CVI modifiés par addition de petites quantités de résine (HEMA ou BISGMA). La résine permet d'améliorer les propriétés mécaniques du matériau sans altérer les propriétés d'adhérence au tissu dentaire des CVI traditionnels ou le relargage d'ions fluorures. Les caractéristiques

²⁴¹ ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, préc.

mécaniques ainsi obtenues restent moins performantes que celles des composites, mais permettent l'obturation de tous les types de cavités sur les dents de lait, et des cavités de faible étendue sur les dents définitives. La prise complète du matériau nécessite une phase de photopolymérisation. Ces matériaux sont plus esthétiques que les amalgames, en particulier les CVIMAR, et sont ainsi plus adaptés à la restauration des dents antérieures.

Il existe également des CVI auxquels sont incorporés des particules métalliques (argent le plus souvent). Ces matériaux présentent des propriétés mécaniques faiblement supérieures aux CVI traditionnels. De plus, ils ne sont pas esthétiques du fait de la présence d'argent.

On constate donc qu'il existe non seulement une diversité et une multiplicité de matériaux alternatifs à l'amalgame dentaire en technique directe, mais aussi et surtout que de tous ces matériaux, les composites sont ceux qui offrent de meilleures garanties de substitution. Il convient de voir si les matériaux de substitution en techniques indirectes peuvent aussi se révéler autant salvateurs. Quid des matériaux de substitution en techniques indirectes ?

B. Matériaux de substitution en techniques indirectes

Lorsque l'acte conservateur nécessite le retrait d'une quantité importante de tissu dentaire et entraîne la formation d'une cavité de moyenne ou grande étendue, en particulier au niveau des dents postérieures, une restauration par technique indirecte à l'aide de pièces prothétiques peut être réalisée.

Différents matériaux peuvent être utilisés en technique indirecte, à l'instar de l'or, mais également différents procédés de mise en forme peuvent être employés, notamment pour les céramiques (céramiques feldspathiques stratifiées, pressées ou usinées par le procédé Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO)). On les désigne aussi sous les vocables "inlays/onlays" ou de matériaux incrustés. Initialement en or, ils sont aujourd'hui principalement constitués de céramique ou de résine, qui sont plus esthétiques. Outre la grande variété des systèmes céramiques connus et éprouvés depuis de nombreuses années, il faut tenir compte des dernières nouveautés qui révolutionnent le domaine de la prothétique à savoir : Zircone ou oxyde de zirconium, CEREC InLab système CAO/FAO, Spinell (MgAl₂O₄), Alumina (Al₂O₃), Zirconia (ZrO₂), l'or restant une alternative très stable.

Ils sont façonnés en laboratoire à partir de l'empreinte de la dent après éviction de la carie, puis ces inlay/onlay seront collés ou scellés à la dent lors d'une seconde intervention médicale. Ces matériaux ont la particularité d'être très solides, pérennes et esthétiques. Ils ne constituent pas une alternative à l'amalgame proprement dit, la technique de restauration n'étant pas identique (technique directe pour les amalgames). Les inlays/onlays peuvent néanmoins représenter une option intéressante en cas de dépose d'amalgame entraînant une perte dentaire importante. Il existe également des inlays/onlays réalisés en technique semi-directe. Cette technique ne fait pas intervenir de phase de laboratoire, l'ensemble de la pièce prothétique étant réalisé au fauteuil par un procédé de CFAO.

Vraisemblablement, la multiplicité de ces matériaux alternatifs performants, esthétiques et innovants commande de remettre en cause l'idée répandue dans la pratique selon laquelle les amalgames sont, de loin, les meilleurs matériaux d'obturation des dents cariées. Aussi, des solutions de réduction des résidus mercuriels existent-ils.

II. Existence de solutions de réduction des résidus mercuriels

Par résidus mercuriels, nous entendons les particules de mercure qui se déposent dans l'organisme des porteurs d'amalgames et/ou que ces derniers libèrent dans l'environnement. Avec l'évolution de la science et de la technique, des solutions pour réduire ces résidus ont été mises en place. Nous faisons ici référence à deux solutions à savoir la chélation (A) et la séparation (B).

A. Chélation

La chélation est un processus physico-chimique au cours duquel est formé un complexe, le chélate, entre un ligand, dit chélateur (ou chélatant), et un cation métallique, alors complexé, dit chélate. Le chélateur forme au moins deux liaisons avec le métal, d'où le nom issu du grec "khêlê" qui signifie pince²⁴². En clair, la chélation consiste à introduire dans l'organisme humain des molécules capables de fixer le mercure afin de faciliter son élimination.

Les agents chélateurs du mercure sont souvent des composés sulfhydryl, c'est à dire contenant un groupe soufre-hydrogène SH, appelé également groupe thiol. Les groupements thiols de ces molécules entrent en compétition avec ceux des systèmes enzymatiques pour fixer le mercure. Un bon chélateur devrait en principe être hydrosoluble pour éviter l'effet de redistribution du mercure dans les organes²⁴³.

Il existe plusieurs types de chélateurs. On trouve par exemple le DMPS qui est un dithiol hydrosoluble qui se lie au mercure inorganique. Grâce à son faible poids atomique, il est facilement filtré par les reins et éliminés par les urines. Il ne chélate pas le mercure dans le cerveau. Le DMPS chélate d'autres métaux, comme l'arsenic, le plomb, le cadmium et le zinc. Il a été utilisé dans le traitement de la maladie de Wilson (accumulation de cuivre dans l'organisme). Il peut être utilisé en intraveineux ou par voie orale²⁴⁴.

Un autre chélateur utilisable contre l'hydrargyrisme est le DMSA (succimer). Il s'emploie oralement et présente une forte odeur de soufre. Il est utilisé en cas d'intoxications au mercure organique et inorganique²⁴⁵. Comme le DMPS, il a un faible poids moléculaire, et il est aussi facilement éliminé par les reins. Il ne chélate pas le mercure dans le cerveau. Le DMSA chélate d'autres métaux (arsenic, plomb, cadmium), mais aussi certains minéraux essentiels comme le zinc et le cuivre²⁴⁶.

D'autres chélateurs existent encore. C'est par exemple le cas des chélateurs EDTA et EGTA, HgEDTA et HgEGTA, le BAL (dimercaprol), l'Acide alpha lipoïque. Certains composés et métaux lourds tels que le sélénium, le zinc, la cytidine-diphosphate-choline (CDP-choline ou citocholine), le GSH et la Cystéine (NAC)²⁴⁷ contiennent des propriétés de chélation employées pour fixer et éliminer le mercure dans l'organisme²⁴⁸.

Notons, par ailleurs, que certains facteurs peuvent augmenter la susceptibilité au mercure, par exemple les niveaux de sélénium, des réactions anormales des granulocytes neutrophiles, une activité de la superoxyde dismutase, la méthionine synthase positive aux récepteurs D4, un dysfonctionnement de la transsulfuration de la méthionine et des voies de la méthylation (environ 15% de la population), provoquent une diminution des agents protecteurs du mercure, comme la S-adenyl-méthionine, la cystéine, le glutathion ou la métallothionine²⁴⁹.

²⁴² Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, Avril 2009, Dernière mise à jour : Décembre 2017

²⁴³ Un chélateur liposoluble peut avoir un effet redistributeur vers les organes ciblés. La chélation présente donc un risque pour la santé, lié à cette redistribution éventuelle du mercure et doit donc être encadrée médicalement ; v. Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, Avril 2009, Dernière mise à jour : Décembre 2017.

²⁴⁴ Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, Avril 2009, Dernière mise à jour : Décembre 2017.

²⁴⁵ Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, Avril 2009, Dernière mise à jour : Décembre 2017.

²⁴⁶ Les patients traités au DMSA peuvent présenter des effets secondaires, v. Mercure et amalgames dentaires : état de l'art, Avril 2009, Dernière mise à jour : Décembre 2017.

²⁴⁷ Ballatori et al. 1998, Sener et al., 2003.

²⁴⁸ Mais il faut souligner qu'ils présentent quasiment tous quelques risques d'effets secondaires. Ce qui suppose que le choix d'un chélateur doit se faire après étude minutieuse.

²⁴⁹ Mutter J, Naumann J, Sadaghiani C, Schneider R, Walach H: Alzheimer Disease: Mercury as a pathogenic factor and apolipoprotein E as a moderator, *Neuro Endocrinol Lett* 2004, 25:275-283 ; Mutter J, Naumann J, Schneider R, Walach H, Haley B: Mercury an autism: Accelerating evidence? *Neuro Endocrinol Lett* 2005, 26:431-437 ; Mutter J, Naumann J, Walach H, Daschner F: Amalgam: Eine Risikobewertung unter Berücksichtigung der neuen Literatur bis 2005, *Gesundheitswesen* 2005, 67:204-216 ; Mutter J, Naumann J,

Dans le cadre de récentes études sur les pathologies cérébrales ayant révélé une hausse des niveaux de mercure et des marqueurs de stress oxydatif associés au mercure chez des patients atteints de troubles autistiques, la prise du DMSA a permis d'isoler²⁵⁰ et d'éliminer de fortes concentrations de coproporphyrine, qui est spécifique à l'intoxication au mercure²⁵¹. La détoxification du mercure à l'aide du DMSA avait donc permis de normaliser les taux de coproporphyrine chez les enfants autistes²⁵² et d'améliorer les symptômes²⁵³.

Ainsi, le choix d'une bonne solution de chélation du mercure peut permettre d'en réduire la proportion dans l'organisme d'une personne victime d'hydrargyrisme. La séparation du mercure est une autre option salutaire.

B. Séparation

Les séparateurs d'amalgame constituent la base d'un système global de récupération et de recyclage des déchets à risque. Ils sont conçus pour empêcher les particules provenant des interventions dentaires d'être rejetées dans les eaux usées. Un tel système existe depuis de nombreuses années dans quelques pays d'Europe (Allemagne, Pays-Bas, Suède...), et a été imposé en France par l'arrêté du 30 mars 1998. Cette mesure fait suite à une recommandation du CSHPF du 9 novembre 1995 qui avait jugé les exemples étrangers performants²⁵⁴.

Il existe deux types de séparateurs. Les premiers fonctionnent par centrifugation. Ce sont des séparateurs qui aspirent les rejets, séparent les particules solides et liquides, et dirige les premiers vers une cassette de récupération d'amalgames. Les seconds fonctionnent par filtration.

Certains dispositifs sont équipés de signaux sonores d'alerte afin d'indiquer au praticien que le taux de remplissage de la cassette va atteindre son maximum, voire de dispositifs de sauvegarde qui arrêtent les appareils de soin en cas de trop plein. Le système par décantation ne présente pas le même degré de sécurité, car, quand le décanteur est plein, le praticien peut le débrancher et revenir aux anciennes pratiques, en branchant le crachoir sur la canalisation. Après quelques essais infructueux, on estime, aujourd'hui, que 95 % des déchets sont ou peuvent être ainsi récupérés²⁵⁵.

Ces résultats sont confirmés par des tests de certification récents qui ont montré que l'installation de séparateurs d'amalgames certifiés ISO 11143 peut atteindre une efficacité d'élimination d'au moins 95% de l'amalgame basée sur la fraction massique²⁵⁶. Les avantages

Sadaghiani C, Walach H, Drasch G: Mercury an autism: Response to the letter of K.E.v. Muehlendahl, Int J Hyg Environ Health 2005, 208:437-438.

²⁵⁰ Bradstreet J, Geier D, Kartzinel J, Adams J, Geier M: A case-control study of mercury burden in children with autistic spectrum disorders, J Am Phys Surg 2003, 8:76-79.

²⁵¹ Nataf R, Skorupka C, Amet L, Lam A, Springbett A, Lathe R: Porphyrinuria in childhood autistic disorder: implications for environmental toxicity, Toxicol Appl Pharmacol 2006, 214:99-108 ; Geier DA, Geier MR: A prospective assessment of porphyrins in autistic disorders: a potential marker for heavy metal exposure, Neurotox Res 2006, 10:57-64 ; Geier DA, Geier MR: A case series of children with apparent mercury toxic encephalopathies manifesting with clinical symptoms of regressive autistic disorders, J Toxicol Environ Health 2007, 70:837-851 ; Geier DA, Geier MR: A prospective study of mercury toxicity biomarkers in autistic spectrum disorders, J Toxicol Environ Health, 2007, 70:1723-1730.

²⁵² Nataf R, Skorupka C, Amet L, Lam A, Springbett A, Lathe R: Porphyrinuria in childhood autistic disorder: implications for environmental toxicity, Toxicol Appl Pharmacol 2006, 214:99-108 ; Geier DA, Geier MR: A prospective assessment of porphyrins in autistic disorders: a potential marker for heavy metal exposure, Neurotox Res 2006, 10:57-64.

²⁵³ Adams JB, Baral M, Geis E, Mitchell J, Ingram J, Hensley A, Zappia I, Newmark S, Gehn E, Rubin RA, Mitchell K, Bradstreet J, El-Dahr J: Safety and efficacy of oral DMSA therapy for children with autism spectrum disorders: part B - behavioral results, BMC Clin Pharmacol 2009, 9:17.

²⁵⁴ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, préc.

²⁵⁵ *Idem*.

²⁵⁶ Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

escomptés de ce séparateurs sont notamment les réductions de mercure dans les eaux usées après l'installation de séparateurs à haute efficacité dans une ville typique du Danemark²⁵⁷.

Bien évidemment, la séparation n'est que la première étape d'une filière. Elle est normalement suivie par la collecte et le retraitement des déchets, selon une procédure à trois niveaux : le producteur de déchets (dentiste) remet ses déchets à un collecteur, qui rassemble les déchets épars et les livre ensuite à un "retraiteur" qui sépare et régénère le mercure. Le coût du traitement est à la charge de la collectivité²⁵⁸. Une analyse comparative de ces deux catégories de matériaux montre qu'il y a plus de gains à opter pour les matériaux de substitution.

²⁵⁷ Arenholt-Bindslev D. Environmental aspects of dental restorative materials. A review of the Danish situation. Publication in: AWMA (Air and Water Management Association) International Specialty Conference on Mercury in the Environment. Minneapolis, Sept. 15-17, 1999, cité par Luke Trip, Canada-wide Standards: A Pollution Prevention Program for Dental Amalgam Waste, J Can Dent Assoc 2001, 67:270-3.

²⁵⁸ Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

**CHAPITRE CINQUIEME : ANALYSE COMPARATIVE EN FAVEUR DES
MATERIAUX DE SUBSTITUTION**

L'idée ici est de comparer les avantages et les inconvénients économiques, sociaux et environnementaux des amalgames dentaires et des matériaux de substitution notamment, les composites dans une perspective de durabilité. L'autre perspective de comparaison sera la rentabilité de ces deux groupes de matériaux. A l'analyse, il appert qu'en termes de durabilité, c'est-à-dire de potentiels économiques, sociaux et écologiques, les matériaux d'obturation dentaires alternatifs sont plus avantageux que les amalgames (I). Ils sont aussi plus rentables en termes de ventes et de perspective de ventes que les amalgames dentaires au mercure (II).

I. Durabilité des matériaux de substitution

L'idée de durabilité est, ici, entendue dans le sens du développement durable, et il s'agit de voir des amalgames et des matériaux alternatifs de restauration dentaire plus avantageux économiquement, socialement et écologiquement. L'analyse comparative se fera à l'aune de ces trois logiques mais de façon imbriquée compte tenu de leur complémentarité et de leur interdépendance.

Ceci dit, dans son rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, M. Gérard Miquel, s'interrogeait sur la pertinence de l'argument financier souvent évoqué pour fustiger les matériaux alternatifs et selon lequel ces derniers seraient plus coûteux que les amalgames dentaires à base de mercure. Il se fondera sur trois éléments pour analyser cet argument, le prix de revient du matériau, le temps de la pose et la tarification au patient.

Sur le prix de revient, Gérard Miquel ne remarque pratiquement aucune différence significative entre le prix d'achat de l'amalgame et du composite. Les prix catalogues semblent pourtant indiquer le contraire. Une capsule prédosée d'amalgame non gamma 2 (achetée par lot de 50 capsules de 1, 2, 3 doses) revient entre 7 et 12 F selon la dose. Une seringue de composite (achetée par lot de 4 à 10 seringues) revient à 10, 11 F pour 0,25 g auquel il faut ajouter le prix du flacon d'adhésif (1,70 F par dose), soit 12, 14 F. Il existerait donc, a priori, une différence de 2 à 5 F, négligeable à l'unité, mais qui peut être importante sur l'année. Cette différence en défaveur du composite est, cependant, compensée par le fait que la seringue permet un dosage beaucoup plus fin puisque le praticien n'éjecte que la dose dont il a besoin et peut réutiliser le complément pour une autre obturation. A l'inverse, pour éviter d'être à court pendant l'intervention, le praticien va avoir tendance à utiliser deux capsules d'amalgame au lieu d'une ou une capsule de plusieurs doses, ce qui va majorer le coût final, d'autant plus que le produit non utilisé est perdu²⁵⁹.

S'agissant du temps de pose, Gérard Miquel souligne la difficulté à comparer ce temps entre les deux techniques car il y a deux temps différents : le temps officiel, tel qu'il est enseigné à la Faculté et le temps réel du praticien, tel qu'il est pratiqué en officine. L'intervention se décompose en quatre temps : la préparation de la cavité, la préparation du matériau, la pose proprement dite, l'affinage et le suivi²⁶⁰. Il observe, toutefois, que le temps de préparation de la cavité est plus long pour l'amalgame que pour le composite. De même, le temps de préparation du matériau est plus long en ce qui concerne l'amalgame par rapport à celui du composite. Mais, la pose de l'amalgame est moins longue que celle d'un composite, en raison de la polymérisation²⁶¹. En revanche, le temps du suivi aux fins de polissage de l'amalgame est bien long, alors que pour le composite ce temps est nul, puisque ce matériau ne nécessite pas cette

²⁵⁹ M. Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

²⁶⁰ *Idem.*

²⁶¹ *Ibidem.* Une autre étude menée au Canada a estimé qu'une restauration en résine composite nécessiterait plusieurs minutes supplémentaires pour le placement par rapport à un amalgame restauration, ce qui engendrerait une perte de productivité supplémentaire pour les patients de moins de 2 \$ par restauration ; Khangura SD. *et al.*, Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations : A Health Technology Assessment, Canadian Agency, for Drugs and Technologies in Health, Ottawa (ON), 2018.

opération²⁶². En réalité, ajoute Gérard Miquel, il faut reconnaître que rares sont les praticiens qui respectent, parfaitement, les règles de l'art et suivent consciencieusement toutes ces étapes. On sait, en particulier, que pour les composites, il n'est pas rare que la durée d'exposition à la lumière soit plus réduite que celle que prévoit la notice de pose. Quant à l'amalgame, son polissage, qui est, normalement, réalisé dans une séance ultérieure, est très souvent omis (dans près de neuf cas sur dix). Cette caractéristique a été établie par l'étude de Tübingen et est confirmée par de nombreux praticiens²⁶³. Au total, on peut dire que le temps d'une opération d'obturation dentaire par composite est relativement équivalent à celui d'un amalgame. Malgré cela, et comme le note Gérard Miquel, les praticiens estiment que, compte tenu de l'absence de polissage, le temps de pose des composites est légèrement plus long que celui des amalgames²⁶⁴. S'agissant, enfin, des honoraires, le rapporteur observait que la tarification et le remboursement sont identiques pour une obturation par amalgame ou par composite. Le choix du matériau est donc sans incidence sur le tarif. Il a, souvent, été affirmé que la pose des composites étant plus longue que celle de l'amalgame, ce dernier était plus volontiers choisi par le praticien²⁶⁵. Ainsi, tant pour le patient que pour le praticien, le composite présente des avantages significatifs.

En ce qui concerne la compétence du praticien, le rapporteur Miquel note que la principale faiblesse du composite ne se trouve ni dans le composite (qui est encore trop évolutif pour permettre un parfait recul), ni chez le patient (qui peut être allergique.), mais... chez le praticien. La technique de pose est, selon l'expression professionnelle, « exigeante ». On observera que les références les plus officielles telle que l'encyclopédie médico chirurgicale, distingue le cas du praticien « motivé », pour lequel le composite est un travail exigeant mais aussi d'une certaine façon, un défi, et celui du praticien pressé, pour lequel, l'amalgame est mieux indiqué. D'après le rapporteur, une telle distinction n'est pas sans surprendre. Elle induit l'idée qu'il y aurait des praticiens consciencieux et d'autres qui le sont moins ; qu'il y a un doute sur le respect par tous les praticiens des conditions de pose de composites. Elle conduit à penser que la pose de l'amalgame serait surtout justifiée par la recherche du seul confort du praticien.

Pour le rapporteur, on ne peut évacuer les deux hypothèses. Il n'est pas exclu, par exemple, que le temps d'exposition à la lumière - pour assurer la prise du composite - soit en pratique (beaucoup ?) plus court que le temps normalement requis, n'assurant pas une parfaite polymérisation du composite. Il n'est pas exclu non plus que l'habitude, la recherche de la facilité et de l'avantage financier immédiat aient conduit à la pose d'amalgames et écarté certains praticiens du désir de proposer au patient le meilleur choix thérapeutique²⁶⁶. En fin de compte, pour le rapporteur, il est vraisemblable que, du fait du poids des habitudes, le composite n'ait pas encore trouvé la place qu'il mérite²⁶⁷.

Dans le même sens, une analyse coûts-conséquences réalisée pour évaluer les conséquences comparatives et les coûts associés à la résine composite et à l'amalgame en tant que matériaux de restauration pour les dents permanentes postérieures, au Canada, concluait elle aussi les coûts entre ces deux types de matériaux étaient quasiment similaires avec, cependant, quelques écarts en faveur de l'amalgame²⁶⁸.

²⁶² Gérard Miquel, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, *op. cit.*

²⁶³ *Idem.*

²⁶⁴ *Ibidem.*

²⁶⁵ *Ibidem.*

²⁶⁶ *Ibidem.*

²⁶⁷ *Ibidem.*

²⁶⁸ Khangura SD. *et al.*, Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations : A Health Technology, *op. cit.*

Mais, cette analyse comparative canadienne tout comme celle du rapporteur Miquel présentent des insuffisances. La principale insuffisance se trouve dans le fait qu'elles ont oublié de prendre en compte et d'évaluer monétairement certaines données non moins importantes du problème. Il s'agit notamment des effets cumulés du mercure sur la santé humaine et sur l'environnement. Ceci renvoie à la théorie des externalités chère à la science économique de l'environnement et à l'économiste Arthur Cecil Pigou. D'après lui, « l'essence du phénomène est qu'une personne A, en même temps qu'elle fournit à une autre personne B un service déterminé pour lequel elle reçoit un paiement, procure par là même des avantages et des inconvénients d'une nature telle qu'un paiement ne puisse être imposé à ceux qui en bénéficient ni une compensation prélevée au profit de ceux qui en souffrent »²⁶⁹. Concrètement, l'idée d'externalité se rapporte à l'hypothèse où l'activité d'un agent économique crée des impacts positifs ou négatifs sur d'autres agents économiques et cela sans aucune contrepartie en terme de paiement lorsque l'externalité est positive, ou en terme de compensation lorsque l'externalité est négative. Il peut s'agir par exemple de la valeur récréative des zones polluées, des pertes de culture ou de rendement, de l'atteinte à la biodiversité, de la contamination des poissons et autres denrées alimentaires pour l'homme ou les animaux, des souffrances et des coûts engendrés par les maladies qui peuvent résulter d'une pollution, la contamination des sols, de la terre, de l'eau et de l'air²⁷⁰, etc.

La prise en compte de ces externalités dans l'analyse comparative des effets du mercure des amalgames dentaires n'est pas du tout facile, en raison, d'une part, des difficultés de quantification et d'évaluation monétaire des dommages à l'environnement, et d'autre part compte tenu du décalage existant entre le temps d'une émission ou d'un rejet polluant et l'apparition des effets de la pollution. En conséquence, l'environnement peut devenir un puits de pollution mercurielle²⁷¹.

En la matière, l'étude menée par Hylander et Goodsite, quand bien même elle concerne tant les pollutions mercurielles d'origine industrielle que celles découlant des amalgames dentaires, constitue une référence décisive incontournable. Ces chercheurs subdivisent les coûts environnementaux en deux catégories, à savoir les coûts des dommages (ou perte de valeur) résultant de la pollution, tels que le poisson contaminé, et les coûts des politiques engagées pour lutter contre la pollution, plus les coûts de changement de pratiques pour répondre aux obligations légales²⁷².

Dans cette logique, s'agissant des coûts de santé, Hylander et Goodsite ont réuni et analysé plusieurs données relatives à la perte potentielle de quotient intellectuel (QI) induite par la pollution mercurielle chez les populations du Groenland, des îles Féroé et de la Nouvelle-Zélande. Il en ressort que chez les enfants, les effets de la perte de QI apparaissent à partir de 5,8 µg Hg/L de sang²⁷³ de sorte qu'il existerait une relation linéaire entre une perte de 1,5 point de QI pour chaque doublement de la concentration de mercure dans le sang²⁷⁴. Or, selon certaines études, la perte d'un point de QI correspondrait en moyenne à une diminution de 2,578% des gains attendus au cours de la vie (moyenne pour les hommes et les femmes)²⁷⁵; sachant que la valeur des gains au cours de la vie actualisés dans cette étude était de 897 735 US \$ (ce qui est la moyenne pour un enfant américain né en 2000), et que la perte de QI des

²⁶⁹ Pigou A. C., *The Economics of welfare*, Macmillan, London, 1920.

²⁷⁰ Hylander L. D., Goodsite M. E., *Environmental costs of mercury pollution*, *op. cit.*

²⁷¹ *Idem.*

²⁷² Pretty et al., 2003 cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., *Environmental costs of mercury pollution*, *Science of the Total environment* 368 (2006) 352-370, 25 January 2006.

²⁷³ Kjellström, 1989; Grandjean et al., 1997, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., *Environmental costs of mercury pollution*, *op. cit.*

²⁷⁴ Trasande et al., 2005, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., *Environmental costs of mercury pollution*, *op. cit.*

²⁷⁵ *Idem.*

citoyens implique, nécessairement, une perte de productivité à l'échelle nationale. Ainsi, selon les experts, le coût des pertes de QI dues à l'intoxication des enfants par le méthyle mercure au Groenland serait de 59,1 millions de dollars chaque année²⁷⁶. D'après certains spécialistes, les coûts des maladies cardiovasculaires résultant de l'intoxication au mercure peuvent être plus exorbitants encore²⁷⁷.

On peut en dire tout autant de certaines maladies neuro-développementales dont le méthyle mercure est une des multiples causes, et qui sont des troubles dans le développement du cerveau, à l'instar du Trouble du Spectre Autistique (TSA), du Trouble de l'Attention/Hyperactivité (TDAH) et de certaines psychoses. Selon les études de l'agence fédérale américaine CDC, rapportées par le député français Jean-Louis Roumegas, elles affectent 10 à 15 % des enfants aux USA. On note, par ailleurs, une augmentation considérable de la proportion humaine atteinte par ce genre de maladies. Alors qu'en 1975 ce type de maladie touchait un enfant sur 5000, en 2010, il concernait 1 sur 68²⁷⁸. Pour l'honorable Roumegas, les conséquences de cette flambée sont d'abord d'ordre humain au regard de la tragédie que subit chaque enfant malade et chaque famille.

Au Japon, par exemple, la pollution mercurielle de la baie de Minamata, un village de pêcheurs au sud du pays, causée par les effluents Chisso, une usine de production d'acétaldéhyde, avait provoqué au sein de la population ce que les scientifiques nomment la « maladie de Minamata » à partir de 1942²⁷⁹. Plus d'une centaine de personnes avaient directement perdu la vie en raison de l'intoxication par le méthyle mercure et des dizaines de milliers d'autres avaient été diagnostiqués avec des dommages au cerveau et d'autres parties du système nerveux, caractéristique de l'intoxication par le méthyle mercure. Les symptômes allaient de la surdité, à la cécité, en passant les paralysies et convulsions, les instabilités motrices, la réduction du champ de vision, et l'engourdissement²⁸⁰.

Ensuite, comme l'explique Roumegas, les conséquences de ces maladies neurocomportementales sont d'ordre social, au regard de l'incapacité pour la société à assumer la prise en charge des enfants autistes. A titre d'exemple, seulement une minorité d'entre eux bénéficient d'un accueil dans des structures adaptées²⁸¹. L'adaptation des personnes souffrant de troubles neuro-développementaux dans le milieu scolaire, voire dans l'environnement professionnel, pose des difficultés considérables. La dernière forme de conséquences de ces maladies est d'ordre économique. En appliquant la méthodologie du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les coûts associés aux déficits neurocomportementaux liés aux perturbateurs endocriniens ont été estimés à 152 milliards € en Europe par une équipe internationale. Des travaux anglo-saxons estiment que les coûts de santé pour les personnes TDAH sont plus de 4 fois supérieurs à ceux que l'on constate en population générale ou que chaque personne souffrant de TSA avec une déficience intellectuelle coûte, sur

²⁷⁶ Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, op. cit.

²⁷⁷ Rae et Graham, 2004; Rice et Hammitt, 2005, cités par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *Science of the Total environment* 368 (2006) 352-370, 25 January 2006.

²⁷⁸ Jean-Louis Roumegas, Député de l'Hérault et Co-Président du Groupe d'études Santé-Environnement, en prélude au colloque « Les pathologies neuro-développementales et l'environnement », Jeudi 18 juin 2015, par NAMD, *Le Bulletins des mercuriens*, n°25, mai 2015.

²⁷⁹ Environment Agency of Japan, 1994; Mari Susa, Université Kumamoto, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *Science of the Total environment* 368 (2006) 352-370, 25 January 2006

²⁸⁰ Tsubaki et Takahashi, 1986; Takeuchi et Eto, 1999, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *Science of the Total environment* 368 (2006) 352-370, 25 January 2006.

²⁸¹ Jean-Louis Roumegas, Député de l'Hérault et Co-Président du Groupe d'études Santé-Environnement, en prélude au colloque « Les pathologies neuro-développementales et l'environnement », Jeudi 18 juin 2015, par NAMD, *Le Bulletins des mercuriens*, n°25, mai 2015.

sa vie entière, largement plus de 2 millions de dollars à la société²⁸². Ainsi donc, en France, les experts critiques n'ont de cesse de marteler à l'opinion le coût réel élevé de l'utilisation des amalgames qui, par leurs conséquences sur la santé des patients et des professionnels, pèse lourd sur les systèmes de santé²⁸³.

Bien plus significatif encore, certaines alternatives aux amalgames dentaires à base de mercure ont été jugées quasiment parfaites par l'OMS, en l'occurrence les « restaurations atraumatiques » (ART) à base de verre ionomère (un mélange d'acrylique de verre)²⁸⁴. Ce type de traitement a été amélioré avec le temps. Il est, aujourd'hui, considéré comme moins coûteux que les restaurations à l'amalgame dentaire. Il est adapté pour être utilisé dans les programmes communautaires et scolaires dans les pays en développement²⁸⁵.

En ce qui concerne les coûts sur l'environnement, les travaux de Hylander et Goodsite apportent d'importantes informations. Au Groenland où la valeur de la moyenne annuelle de production est de 128,7 millions de dollars US, ils ont estimé le coût des produits marins pollués par le mercure à 24,5% de cette valeur, ce qui correspond à 31,5 millions US \$, chaque année²⁸⁶.

Les politiques pour juguler les pollutions mercurielles se révèlent également très coûteuses. C'est notamment le cas des mesures de remédiation des dommages écologiques résultant de cette pollution. En Suède, par exemple, le coût de l'assainissement d'une rivière contaminée par le mercure était évalué entre 11 et 13 millions de dollars US, ce qui correspondait à l'époque de l'étude à près de 150 000 US \$ par kg de mercure sécurisé. A Stockholm, la remise en état du Lac Turingen entre 1995, 1999 et 2003 avait coûté près de 9 millions de dollars US²⁸⁷. Dans le cas du Japon, de 1932 à 1968, c'est environ 190-225 tonnes Hg qui avaient été émis avec les eaux usées dans l'océan par Chisso²⁸⁸. La réhabilitation coûta entre 4500 et 5 400 US \$ par kg de mercure sécurisés dans la baie.

C'est également le cas des mesures visant à éviter la pollution par le mercure. Autant la pollution mercurielle émanant des sources est considérable autant celle en lien avec de petites sources d'émissions est grande et peut s'étendre sur de grandes zones géographiques. Il suffit, pour s'en convaincre, de prendre en compte justement l'amalgame dentaire, qui, en Suède par exemple, est transporté par 74% de la population adulte et se traduit par une libération continue d'environ 100 kg Hg par an dans les eaux usées via une mastication quotidienne²⁸⁹. Tous ces facteurs contribuent à l'expansion de la pollution mercurielle dans le monde entier, faisant d'elle une pollution transfrontalière et diffuse. Ce transport mondial signifie que toutes les personnes et tous environnements paieront un certain type de coût en tant que Hg récepteur, certains plus que d'autres, en raison de l'amélioration dépôt, comme dans l'Arctique²⁹⁰. Cela

²⁸² Monsieur Jean-Louis Roumegas, Député de l'Hérault et Co-Président du Groupe d'études Santé-Environnement, en prélude au colloque "Les pathologies neuro-développementales et l'environnement", Jeudi 18 juin 2015, par NAMD, Le Bulletins des mercuriens, n°25, mai 2015.

²⁸³ Huss Jean, Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport de la Commission des questions sociales, de la santé et de la famille, Assemblée Parlementaire du Conseil de l'Europe, Doc. 12613, Luxembourg, 12 mai 2011.

²⁸⁴ WHO, Atraumatic Restorative Treatment for Tooth Decay, A global initiative 1998-2000, cité par Sophie Chapelle, L'Europe retient l'utilisation du mercure dentaire qui empoisonne la bouche des Français, 6 juillet 2018.

²⁸⁵ Alliance pour un Futur sans Carie, Traitement de restauration atraumatique,

<https://www.allianceforacavityfreefutur.org/fr/fr/technologies/atraumatic-restorative-treatment#.Xa>

²⁸⁶ Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

²⁸⁷ *Idem.*

²⁸⁸ Kudo et Turner, 1999, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

²⁸⁹ Skare et Engqvist, 1994; KemI, 2004, cité par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

²⁹⁰ Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

préfigure toutes les difficultés qui surgissent en matière d'évitement ou de réduction des pollutions mercurielles potentielles par les amalgames.

De plus, selon Hylander et Goodsite, les technologies visant à réduire les émissions sont coûteuses et plus difficiles que de remplacer le mercure comme matériau d'obturation dentaire²⁹¹. Selon eux, le remplacement des produits contenant du mercure est une des stratégies à mettre en place pour empêcher ou réduire la pollution mercurielle dans le monde. En Suède, cette stratégie a été utilisée avec succès en ce qui concerne le thermomètre à mercure auquel il a été substitué des thermomètres sans mercure gratuitement²⁹².

En analysant les différentes études de cas disponibles, les deux scientifiques déduisent qu'en moyenne les frais de remise en état des sites pollués vont de 2500 à 1,1 million de dollars US par kilogramme de mercure isolés de la biosphère en fonction des circonstances locales telles que les quantités à sécuriser, nature de la pollution, géographie, technologie choisie, etc.²⁹³. L'installation de séparateurs d'amalgame dans les cliniques dentaires et les mécanismes d'épuration des gaz de crématoires réduisent la majeure partie des émissions mercurielles résultant des amalgames dentaires. Au Canada, le coût annuel de séparateurs d'amalgames pour gérer les déchets de mercure était estimé à plus de 16 millions de dollars, mais leur utilisation a permis à la dentisterie de contribuer à la réduction significative de la charge de mercure dans les eaux de surface du pays²⁹⁴.

Pour Hylander et Goodsite, l'investissement correspondant et les coûts de fonctionnement de ces installations doivent être inclus dans le coût d'utilisation d'amalgame dentaire. Ce n'est pas encore le cas dans la quasi-totalité des pays du monde. C'est ce qui amène très souvent à croire que les amalgames sont les matériaux d'obturation les plus abordables alors qu'avec l'internalisation de leurs externalités négatives, ils sont de facto plus chers économiquement, médicalement et écologiquement que la plupart, voire tous les autres matériaux d'obturation²⁹⁵.

II. Rentabilité des matériaux de substitution

Aux arguments de durabilité des matériaux alternatifs de restauration dentaire sans mercure, peuvent être ajoutés des arguments commerciaux liés notamment à la vente. En effet, de nos jours, on note une forte demande des matériaux d'obturation sans amalgame de la part de bon nombre de patients avisés des risques du mercure pour leur organisme et pour la santé. Cette situation conduit à une baisse significative et généralisée des ventes d'amalgames dentaires au profit des composites en résines et autres alternatives sans mercure.

En France, un des pays au monde où le nombre de porteurs d'obturations dentaires est très important, on observe une progression très sensible des ventes de composites qui prennent ainsi résolument le pas sur les amalgames dentaires. Les études l'attestent. Ainsi, une enquête comparative menée par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament auprès des fabricants a permis de mettre en évidence une diminution de 38% du nombre de capsules d'amalgame, toutes tailles confondues, vendues entre 2007 et 2011 sur le marché français²⁹⁶.

²⁹¹ *Idem.*

²⁹² Rein et Hylander, 2000, cités par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *op. cit.*

²⁹³ Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, préc.

²⁹⁴ Khangura SD. et al., Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations : A Health Technology Assessment, Canadian Agency, for Drugs and Technologies in Health, Ottawa (ON), 2018.

²⁹⁵ Hylander L. D., Goodsite M. E., *op. cit.*

²⁹⁶ ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, Avril 2015.

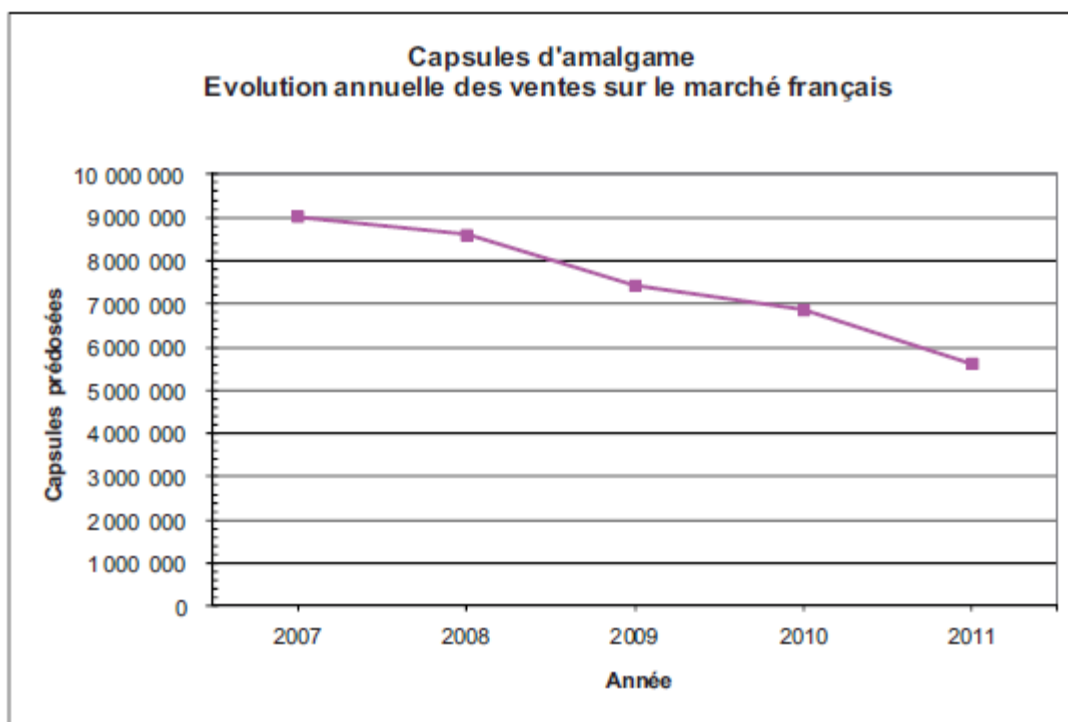


Figure 2 - Capsules d'amalgame, évolution des ventes – Enquête ANSM

De même, il ressort de l'analyse des chiffres de vente des 26 sociétés sollicitées pour cette enquête, une forte hausse de l'usage des produits alternatifs à l'amalgame dans les obturations réalisées en technique directe. Comme le montre le graphique de la figure 3, sur les 106 produits identifiés par les fabricants, le nombre d'unidoses vendues a quasiment doublé (+91%) et les autres conditionnements ont vu une augmentation de 9% entre 2007 et 2011. Cette différence importante peut, en partie, s'expliquer par le fait que les unidoses contiennent en moyenne 0,2 g de produit pour 4 g dans le cas d'une seringue²⁹⁷.

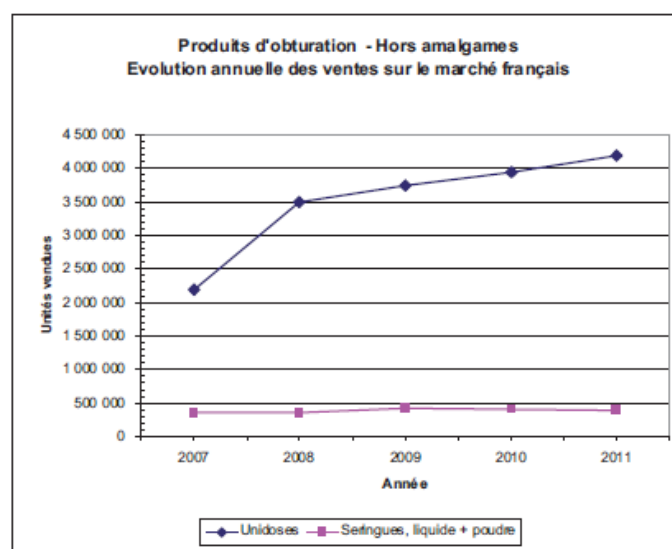


Figure 3 - Evolution des ventes de produits d'obturation hors amalgame dentaire – Enquête ANSM

²⁹⁷ Idem.

L'enquête de l'ANSM montre également que sur une période de 10 ans (2002-2012), l'offre de produits alternatifs à l'amalgame a davantage progressé par rapport à celle des amalgames. En effet, le nombre de produits alternatifs à l'amalgame est passé de 33 à 75 (à pondérer cependant par l'aspect nom de marque) alors que, dans le même temps, le nombre de produits de la catégorie amalgame est passé de 26 à 35²⁹⁸.

D'après des données rapportées par l'ANSM, la répartition de l'amalgame et des alternatives dans la pratique dentaire, en 2012, en France, se présentait de la façon suivante :

Tableau 4 – Amalgame et alternatives dans la pratique dentaire actuelle – COMIDENT

Matériaux	Proportion de chirurgiens-dentistes utilisateurs	Proportion dans les restaurations directes	Prévisions des ventes annuelles (2012)
Amalgames	70% d'utilisateurs	10 à 25%, limitées au secteur postérieur	-10%
Composites	100%	55 à 65%	+ 5%
Ciments verres ionomères	40%	15 à 25%	+ 10%

Selon ce dernier tableau (Tableau 4), 100% des dentistes utilisent désormais des composites, alors que la proportion des dentistes utilisant les amalgames dentaires est en diminution. De plus, dans les restaurations directes, la proportion des amalgames se situe seulement entre 10 et 25% et est limitée au secteur supérieur, tandis que celle des composites culmine entre 55 et 65%. De façon générale, la proportion de restaurations réalisées avec de l'amalgame a diminué de moitié, en France, au cours des dix dernières années (de 52% en 2003 à 25% en 2011)²⁹⁹.

Par ailleurs, les prévisions des ventes établies dans ce rapport corroborent les résultats qui se dégageaient des analyses précédemment évoquées, notamment la tendance de la baisse de l'utilisation de l'amalgame et le recours croissant aux autres matériaux disponibles³⁰⁰.

En ayant à l'esprit les dangers que représentent les amalgames dentaires pour la santé et l'environnement à l'échelle mondiale, nationale, locale, ou, plus particulièrement dans les cabinets dentaires et l'importance des risques liés à l'exposition au mercure pour les professionnels de l'art dentaire, on convient, sans hésitation, que la durabilité et la rentabilité des matériaux de restauration dentaire de qualité et sans mercure constituent l'option d'avenir qu'il faut choisir. Certains pays l'ont d'ailleurs compris.

²⁹⁸ ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, préc.

²⁹⁹ *Idem.*

³⁰⁰ ANSM, Rapport : Les mercures des amalgames dentaires. Actualisation des données, Avril 2015.

**CHAPITRE SIXIEME : EXEMPLES DE PAYS AYANT OPTÉ POUR LES
OBTURATIONS SANS AMALGAME DENTAIRE**

Historiquement, la Russie et le Japon étaient les premiers pays à abandonner les amalgames dentaires au mercure au profit de solutions alternatives pour le traitement des lésions dentaires, respectivement, en 1975 et en 1982, les amalgames dentaires au mercure y ont été interdits. En Norvège, une politique de santé publique en faveur des obturations dentaires sans mercure a été mise en place depuis le début des années 90 et des guides de bonnes pratiques encourageaient les dentistes à minimiser leur utilisation de l'amalgame par l'emploi d'un matériau alternatif partout où cela est possible. Puis, une évolution marquante interviendra le 21 décembre 2007, avec un communiqué du ministère norvégien de l'environnement annonçant le bannissement de l'utilisation du mercure, y compris dans les amalgames dentaires, faisant ainsi de la Norvège l'un des pays du continent européen et au monde à prendre une telle décision. Le ministre norvégien de l'environnement, Erik Solheim, déclarait alors « le mercure est parmi les polluants les plus dangereux. De bonnes alternatives au mercure existent déjà et il est donc approprié de mettre en place cette interdiction »³⁰¹. L'interdiction est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2008. Le premier avril 2008, le Danemark lui emboîta le pas.

En Suède, la politique d'élimination des amalgames dentaires a commencé, notamment avec le refus du remboursement des restaurations dentaires réalisées à partir de ces matériaux, depuis 2002. En outre, il existait un accord entre les fournisseurs de soins dentaires et le ministère des affaires sociales pour ne pas utiliser l'amalgame chez des patients âgés de moins de 20 ans, de même que chez les femmes enceintes. Puis en 2009, le gouvernement suédois a durci sa politique en les interdisant.

Plus remarquable encore est le cas de l'Allemagne qui a adopté depuis des décennies une politique de santé publique résolument tournée vers les matériaux d'obturation sans mercure. Bien plus encore, le Gouvernement allemand a progressivement opéré une réforme du système de formation dans les facultés de chirurgie dentaire qui a entraîné l'arrêt de l'enseignement de la pose d'amalgames dentaires aux étudiants³⁰².

En France, bien que pendant longtemps, les autorités nationales se montraient pro-amalgames, on constate que la réglementation en la matière a commencé relativement tôt avec, notamment un arrêté du 30 mars 1998 pour la gestion des déchets des amalgames dentaires, et l'adoption d'une stratégie de prévention de la carie dentaire depuis mars 2010. On note des évolutions significatives, ces dernières années, à la faveur de la réglementation communautaire. En effet, le règlement européen 2017/852 du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2017 relatif au mercure, interdit à partir du 1^{er} juillet 2018 l'utilisation des amalgames dentaires contenant du mercure. Mais, cette interdiction concerne uniquement les enfants de moins de 15 ans, les femmes enceintes et celles qui allaitent leur enfant. Aussi, plusieurs universitaires français se montrent-ils favorables à un abandon de l'enseignement de la technique de restauration des lésions dentaires avec les amalgames. Ainsi, Elisabeth Dursun, Maître de conférences et praticien hospitalier de la Faculté de chirurgie dentaire de l'Université Paris Descartes, estime ainsi qu'« en tant qu'enseignant-chercheur, (...) il y a peu de pertinence à enseigner sa pratique » à ses étudiants. Selon lui, « le futur s'esquisse avec des matériaux alternatifs tels que les résines composites, (...), mais aussi de matériaux sans résine, comme certains verres ionomères, les céramiques ou de nouveaux minéraux »³⁰³. Quant à Jean-paul Markus, Professeur à la Faculté de droit de Versailles et Directeur du Master 2 Droit public et privé de

³⁰¹ Communiqué de presse du 21 décembre 2007, traduit par Maryanne Rygg et publié sur le site <http://www.holodent.com>, cité par Vereeck Estelle, Le plombage interdit en Norvège, 5 janvier 2008 disponible sur <http://www.mieux-etre.org>.

³⁰² Santé Nature Innovation, Du poison plein la bouche, 05/10/2012 <https://www.santenatureinnovation.com/du-poison-plein-la-buche/>

³⁰³ Information-dentaire, Est-il encore acceptable d'utiliser l'amalgame dentaire ?, 07/01/2015 <https://www.information-dentaire.fr/actualités/est-il-encore-acceptable-d-utiliser-l-amalgame-dentaire/>

la santé, Université de Versailles-Saint-Quentin, après avoir rappelé l'obligation déontologique du chirurgien-dentiste de prodiguer à son patient des « soins éclairés et conformes aux données acquises de la science », il remarque que selon les experts « l'amalgame présente un bénéfice-risque amoindri par rapport aux alternatives plus récentes ». Par conséquent, il considère qu'« il faut passer aux alternatives »³⁰⁴, sous peine de voir arriver un jour au contentieux un patient mécontent reprochant à son chirurgien-dentiste de ne pas l'avoir renseigné suffisamment ou de n'avoir pas respecté les données acquises de la science³⁰⁵.

Ces politiques d'interdiction des amalgames dentaires au bénéfice des matériaux alternatifs d'obturation portent d'ailleurs leurs fruits. Les résultats des études évoquées dans la seconde partie du chapitre précédent attestent de la diminution sensible de l'utilisation des amalgames dentaires en France et, par ricochet, une réduction de l'exposition de la population française au mercure et au risque d'hydrargyrisme. En Allemagne, les études ont montré que le remplacement des amalgames dentaires par les composites ont permis de réduire le taux de mercure dans l'organisme des patients et a conduit, sauf quelques exceptions, à une amélioration de l'état de santé des patients³⁰⁶. En Suède, cette stratégie a été utilisée avec succès en ce qui concerne le thermomètre à mercure auquel il a été substitué des thermomètres sans mercure gratuitement³⁰⁷. En outre, au Canada, l'investissement et l'équipement des cabinets dentaires en séparateurs d'amalgame a permis à la dentisterie de contribuer à la réduction significative de la charge de mercure dans les eaux de surface du pays³⁰⁸.

La plupart des Etats du continent africain sont parties à la convention de Minamata sur le mercure. Mais, les mesures d'application effective tardent encore à se mettre en place. Toutefois, dans certains pays, la pratique des professionnels semble avoir devancé les politiques publiques, sous la pression de la société civile. C'est, notamment le cas en Côte d'Ivoire où on observe, selon le Dr Florent Kouakou, Chirurgien-dentiste et enseignant-chercheur à l'Université Félix Houphouët Boigny, une transition plus ou moins rapide vers les alternatives³⁰⁹. Ce constat est corroboré par de récentes études qui montrent une diminution de l'utilisation des amalgames dentaires pour les dents postérieures de 28% alors que ce taux était de 82% auparavant, ainsi qu'une augmentation du recours aux alternatives de 65%³¹⁰. Ces performances louables dans la perspective de l'élimination des amalgames dentaires et la réduction de l'exposition de la population ivoirienne au mercure ainsi qu'aux risques y afférents, n'ont pu être réalisées que dans une approche collaborative aux échelles nationale et internationale. C'est en effet grâce à la collaboration entre les experts du Centre Africain pour la Santé Environnementale, les enseignants-chercheurs et les professionnels de la santé bucco-dentaire avec l'appui de l'Alliance Mondiale pour une Dentisterie Sans Mercure, tant au niveau de la recherche et de la formation qu'au niveau de l'information et de la sensibilisation, que ces progrès ont été enregistrés. Il importe donc que notre pays, le Togo, abonde dans le même sens.

³⁰⁴ *Idem.*

³⁰⁵ Information-dentaire, Est-il encore acceptable d'utiliser l'amalgame dentaire ?, préc.

³⁰⁶ Etude de Tübingen, cité par Gérard MIQUEL, rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, préc.

³⁰⁷ Rein et Hylander, 2000, cités par Hylander L. D., Goodsite M. E., Environmental costs of mercury pollution, *Science of the Total environment* 368 (2006) 352-370, 25 January 2006

³⁰⁸ Khangura SD. et al., Composite Resin Versus Amalgam for Dental Restorations : A Health Technology Assessment, Canadian Agency, for Drugs and Technologies in Health, Ottawa (ON), 2018.

³⁰⁹ Voir Anderson Diédri, Le CASE plaide pour l'interdiction des amalgames dentaires, préc.

³¹⁰ *Idem.*

PROPOS CONCLUSIFS

Exhortation pour l'établissement de partenariats en vue d'une réforme de la formation et de la pratique de la chirurgie dentaire au Togo

Au vu de tout ce qui précède, la dangerosité de l'amalgame dentaire ne fait plus scientifiquement débat. Les innombrables maladies dont il est ou qu'il est susceptible d'être à l'origine, et les dommages écologiques qu'il peut provoquer sont connus.

Des allergies, à la maladie d'Alzheimer et celle de Parkinson, en passant par l'autisme, l'eczéma atopique, l'hypertension, l'infarctus du myocarde, l'artériosclérose, la thrombose, l'insuffisance rénale, la sclérose en plaques, la sclérose latérale amyotrophique, les déficits neurologiques, la baisse du quotient intellectuel, la stérilité, etc., cette énumération des pathologies liées au mercure est, en effet, non exhaustive. De même, la pollution de l'air, du sol, des cours d'eau, des nappes, la contamination des plantes et des animaux, la perte des services écosystémiques, etc., sont autant de préjudices environnementaux inestimables aux échelles locale, nationale et internationale, compte tenu du caractère diffus et transfrontière de cette pollution.

La situation dans la corporation de l'art dentaire est tout aussi préoccupante. L'exposition des dentistes au mercure commence depuis les fauteuils de soins des facultés de chirurgie dentaire et se poursuit tout le long de leur carrière dans les cabinets, entraînant ainsi une prévalence plus grande des dentistes aux maladies rénales, aux problèmes d'infertilité et de troubles de la reproduction, ainsi qu'une augmentation de la prévalence à certains cancers.

Tout ceci commande des mesures urgentes en faveur du développement des matériaux d'obturation des lésions carieuses sans mercure. En la matière, des évolutions sensibles s'observent dans plusieurs pays avec la mise en place de politiques de santé publique et de réglementation qui encouragent l'utilisation des matériaux alternatifs aux amalgames. Dans certains cas, ces mesures sont précédées de partenariats entre les acteurs du secteur pour le développement de meilleures pratiques d'utilisation des obturations sans mercure, ou suivies de réformes des curricula de formation dans les facultés de chirurgies avec la suppression des enseignements relatifs aux amalgames et une réorganisation des formations autour des solutions de restaurations alternatives sans mercure notamment les composites, les céramiques et les inlays. Ces différentes options ont permis de réduire l'exposition des populations au mercure dentaire et de les mettre à l'abri des conséquences qui peuvent en découler pour la santé et l'environnement.

Le Togo, notre pays, doit également prendre à bras le corps la problématique de l'amalgame dentaire. Il est indispensable que nos chirurgiens-dentistes adoptent résolument les matériaux alternatifs pour les restaurations dentaires. Mais, seuls, les dentistes n'y arriveront pas. Il est nécessaire que l'adaptation aux nouvelles connaissances et technologies disponibles en matière d'obturation dentaire se fasse dans une logique de collaboration entre les différents acteurs notamment les universitaires, les praticiens, les laboratoires et centres de recherches biomédicales, les autorités nationales de tutelle et les organisations de la société civile.

L'approche recherche collaborative développée en Côte d'Ivoire, depuis plusieurs années maintenant, a fait ses preuves. Il nous semble qu'elle serait facile à reproduire au Togo avec, toutefois, les aménagements nécessaires pour une prévention intégrée des maladies bucco-dentaires comme élément à part entière de la prévention des autres maladies chroniques non transmissibles. Dans cette perspective, l'établissement d'un partenariat entre l'Université de Lomé et l'Université Houphouët Boigny permettrait des échanges d'expériences et de connaissances en faveur d'un renforcement des capacités des enseignants-chercheurs et des chirurgiens du Togo et de la Côte d'Ivoire.

Il est également indispensable de mettre un terme au cours sur la restauration par amalgame dans la formation des étudiants en chirurgie dentaire et la remplacer par l'enseignement des techniques d'obturation dentaire privilégiant les alternatives sans mercure.

Il est nécessaire que les étudiants soient formés sur les risques sanitaires potentiels pour les professionnels de la santé bucco-dentaire exposés au mercure lorsque les conditions de travail ne sont pas adaptées. Le respect de règles sanitaires et de procédures propres au mercure dans l'environnement de travail des cliniques dentaires devrait également être inculqué aux étudiants dentistes et aux dentistes afin de réduire, de façon significative, l'exposition au mercure.

En attendant l'adoption d'une réforme de l'enseignement de la chirurgie dentaire et d'une réglementation nationale sur les amalgames dentaires, les praticiens de l'art dentaire pourraient, comme en Suède et en Norvège, développer des documents sur les bonnes pratiques de restauration dentaire pour se perfectionner, et signer un pacte professionnel les obligeant à abandonner les amalgames, du moins chez les enfants, les femmes enceintes ou allaitantes et les personnes âgées. La bonne information des patients sur les choix de restauration dentaire auxquels ils optent doit également être érigée en obligation systématique pour les dentistes. Dans le même ordre d'idée, un accent particulier devra être mis sur l'hygiène bucco-dentaire pour prévenir les caries.

Enfin, comme on le sait, la recherche-développement nécessite des moyens importants, surtout dans un domaine délicat comme celui de l'odontologie. Il est donc impérieux que le gouvernement togolais soutienne les projets de recherche en dentisterie pour permettre des améliorations ou évolutions, voire des innovations dans les restaurations alternatives sans mercure.