Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 77 (1986)

Heft: 1

Artikel: Rejets d'amalgame dans les eaux usées d'un cabinet dentaire = Amalgam discharge into wastewater from a dental cabinet

Autor: Cupelin, F. / Callmander, M. / Landry, J.-Cl.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983371

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Trav. chim. aliment. hyg. 77, 39–47 (1986)

*F. Cupelin**, Genève, *M. Callmander***, Nyon, *J.-Cl. Landry**, Genève et *J. M. Meyer****, Genève

Rejets d'amalgame dans les eaux usées d'un cabinet dentaire (1)

Amalgam Discharge into Wastewater from a Dental Cabinet

Introduction

Les amalgames sont utilisés en restauration dentaire depuis de nombreuses années par les médecins dentiste.

Les déchets d'amalgame qu'on retrouve dans les eaux usées d'un cabinet dentaire proviennent du fraisage d'anciennes obturations et du modelage des amalgames posés en bouche.

A Genève, on peut admettre que ces déchets se retrouveront d'abord mélangés aux déchets solides des stations d'épuration des eaux usées, puis brûlés à l'usine d'incinération (2). Lors de leur combustion, le mercure sera émis sous forme gazeuse dans l'atmosphère. A titre indicatif, des mesures effectuées à l'usine d'incinération des Cheneviers à Genève ont montré qu'environ 2 kg de mercure sont émis chaque jour dans l'atmosphère (3).

Dans le but d'évaluer la part de cette émission imputable au mercure utilisé dans l'art dentaire, il était intéressant d'étudier les rejets d'amalgame dans les eaux usées d'un cabinet dentaire et ceci dans les conditions réelles de travail du médecin-dentiste.

Afin d'évaluer ces rejets, la conduite des eaux usées de l'unit du cabinet dentaire a été équipée d'un appareil qu'on trouve dans le commerce et dont la mission est de récupérer les déchets solides.

Dans un premier temps, il a été nécessaire de développer la méthodologie analytique permettant d'évaluer les rejets en mercure. Le dosage du mercure dans les amalgames dentaires est à l'origine de nombreuses publications (4–6). La méthode de dosage du mercure choisie ici permet d'avoir une grande gamme de mesure, de l'ordre du pourcent dans les amalgames jusqu'aux concentrations traces dans les eaux usées.

* Service cantonal d'écotoxicologie, Genève
** 2, av. Reverdil, La Combe, Nyon
*** Section de médecine dentaire, Genève

Bilan du mercure

Mise en œuvre de l'amalgame

L'amalgame utilisé au cours de cette étude provient de capsules Dispersalloy® (Johnson & Johnson). Il est constitué d'un mélange intime de particules sphériques d'eutectique argent-cuivre et d'un alliage conventionnel en poudre composé d'argent, d'étain et de zinc.

La trituration de cet alliage avec le mercure contenu dans la capsule est effectuée par vibration pendant environ 30 secondes à 50 Hz. Elle conduit à la formation d'un amalgame qui reste plastique quelques minutes puis durcit pour devenir extrêmement résistant.

La masse de mercure contenue dans une capsule est de 789 mg soit une concentration en mercure de l'amalgame de 49,7%.

Par rapport à la quantité d'amalgame mise en œuvre par une capsule, il reste presque toujours une part en excès qui est directement récupérée par le dentiste.

Réactifs

Acide nitrique suprapur Merck No 441.
Acide sulfurique suprapur Merck 96% No 714.
Permanganate de potassium pro analysi Merck No 5086.
Méthanol pro analysi Merck No 6009.
Hydroxylamine pro analysi Merck No 4616.
Chlorure d'étain (II) pro analysi Merck No 7815 → solution de chlorure d'étain (II) à 10%: 50 g de $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ sont dissous dans 100 ml d'acide chlorhydrique concentré (Merck no 318). Chauffer légèrement si nécessaire. Ajouter un granulé d'étain métallique et diluer à 500 ml avec de l'eau tridistillée.
Chlorure de mercure pro analysi Merck No 4419.
Solution étalon de mercure: 1,3520 g de $HgCl_2$ dans 1l de HCl 5% (solution à 1 g Hg/l).

Dispositif expérimental

Les divers appareils utilisés par le médecin-dentiste nécessitent un débit d'environ 1l d'eau potable/min. Elle entraîne les déchets qui tombent dans le crachoir pour les conduire à l'égoût. Un dispositif de récupération des déchets d'amalgame a été placé en aval de la chaise. Il s'agit de l'appareil «Final» (Scania Dental). La récupération des déchets d'amalgame est réalisée par centrifugation. Les déchets solides sont stockés dans un récipient sous le rotor de l'appareil, tandis que l'eau claire est rejetée à l'égout.

Dans le but d'évaluer le rendement de récupération de l'appareil Final et afin de limiter le volume des échantillons, une pompe péristaltique prélève en conti-

nu un aliquot des eaux usées après passage dans l'appareil «Final». Le débit de la pompe péristaltique est de 2 ml/min, le rapport «débit prélevé/débit total» est donc de 500. Les débits ne sont pas mesurés en continu. On prend toutefois ces valeurs comme base de calcul pour l'estimation des rejets en mercure dans les eaux usées. L'eau pompée est ensuite filtrée sur filtre Millipore AP40 puis stockée dans un flacon en Pyrex de 1 l contenant 10 ml d'acide nitrique suprapur.

Après chaque expérience les différents échantillons prélevés dans le cabinet dentaire sont acheminés au laboratoire. La figure 1 donne un schéma du dispositif de prélèvement.

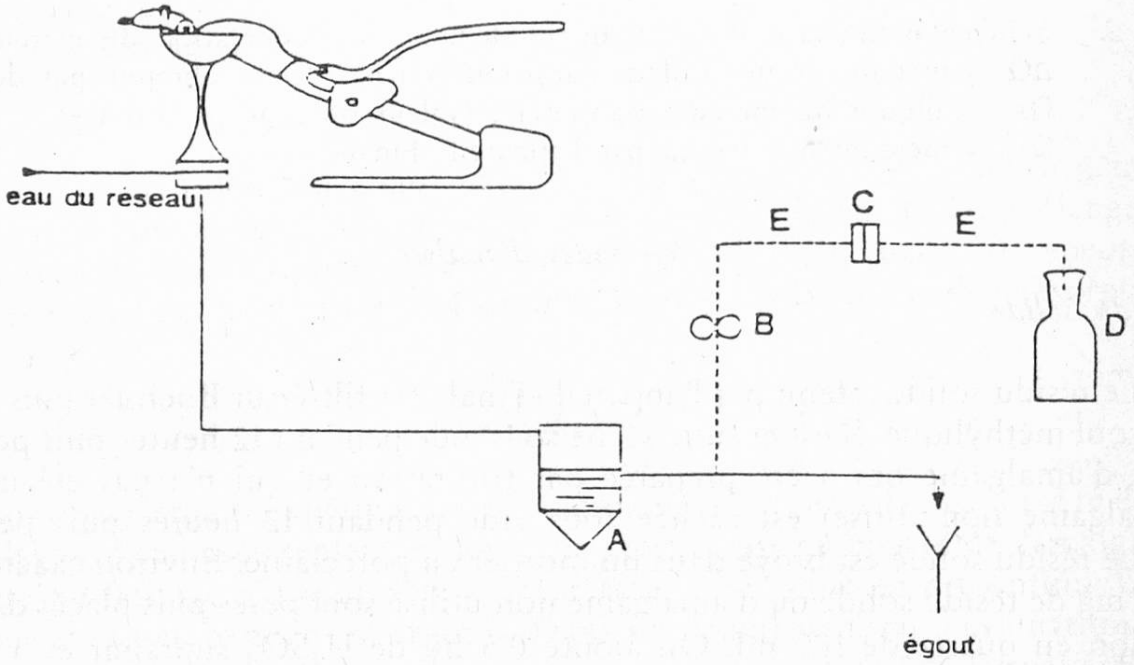
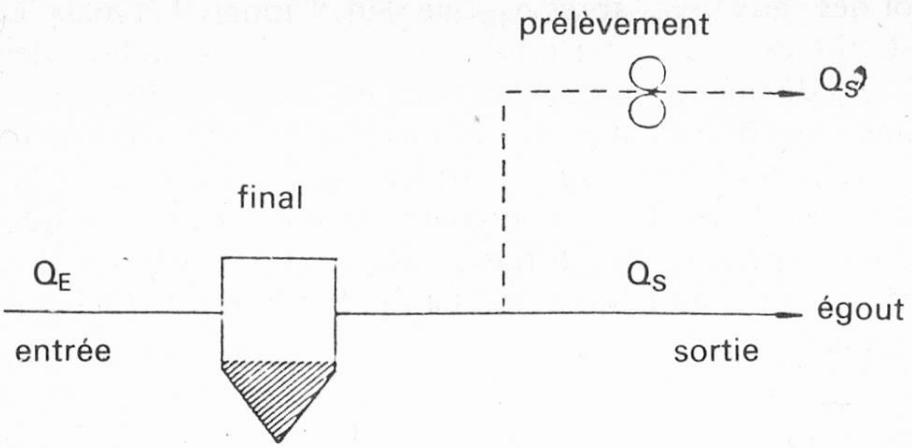


Fig. 1. Dispositif expérimental en vue d'évaluer l'efficacité de l'appareil «Final»
A = Appareil «Final»
B = Pompe péristaltique
C = Porte-filtre et filtre
D = Flacon en Pyrex de 1 litre
E = Tuyau en silicone
--- = Installation de prélèvement
— = Installation fixe

Le rendement de récupération de l'appareil «Final» est calculé par rapport au mercure selon le schéma de la figure 2.



$$\Delta Q = (Q_E - Q_S) \text{ avec } Q_S = 500\ Q_S' \quad \%\mu = \frac{Q_E - Q_S}{Q_E} \cdot 100 = \frac{\Delta Q}{\Delta Q \cdot Q_S} \cdot 100$$

Fig. 2. Schéma permettant le calcul du rendement de récupération du mercure
ΔQ = mercure récupéré dans l'appareil «Final» (valeur obtenue par dosage)
Q_s' = aliquot du mercure non-retenu (valeur obtenue par dosage)
Q_s = mercure non-retenu par l'appareil «Final»

Méthodes d'analyse

Résidu solide

Le résidu solide retenu par l'appareil «Final» est filtré sur Buchner puis lavé à l'alcool méthylique. Il est ensuite séché sous vide pendant 12 heures puis pesé. La part d'amalgame qui a été préparée par trituration et qui n'a pas été utilisée (amalgame non-utilisé) est séchée sous vide pendant 12 heures puis pesée.

Le résidu solide est broyé dans un mortier en porcelaine. Environ exactement 100 mg de résidu solide ou d'amalgame non-utilisé sont pesés puis placés dans un ballon en quartz de 100 ml. On ajoute 0,5 ml de H_2SO_4 suprapur et 3 ml de HNO_3 suprapur. La minéralisation est conduite avec un appareil Buchi Digester 445 dans les conditions suivantes:

- Température du bain: 300 °C.
- Inclinaison minimum.
- Rotation + ventilation.
- Laisser tourner le ballon pendant 15 min au-dessus du bain, cycle immersion/refroidissement (1 s/7 s) pendant 30 minutes, cycle (1 s/5 s) pendant 15 min, incliner à mi-course puis répéter le dernier cycle (3 s/15 s) pendant 20 min. Pour le résidu solide contenu dans l'appareil «Final» on effectue un quatrième cycle (3 s/15 s) pendant 20 min.
- Chasser les vapeurs nitreuses en supprimant la ventilation.
- Effectuer un ajout de HNO_3 suprapur d'environ 2 ml afin de vérifier le terme de la minéralisation.
- Transvaser la solution minéralisée dans un ballon jaugé de 100 ml, diluer avec une solution HNO_3 0,15 M.

Eaux usées

10 ou 20 ml d'eaux usées et 5 ml de H_2SO_4 suprapur sont placés dans un Erlenmeyer et mis une heure au bain-marie à 70 °C. On laisse refroidir. On ajoute 50 ml d'une solution de $KMnO_4$ à 6% dans de l'eau tridistillée, puis on laisse au bain-marie deux heures à 70 °C. On laisse refroidir et on ajoute 15 ml d'hydroxylamine. La solution est jaugée à 100 ml avec de l'eau tridistillée. Les filtres Millipore AP40 sont traités de la même manière puis séparés par centrifugation.

Détermination de la concentration en mercure

1. Appareillage

Spectrophotomètre d'absorption atomique Varian AA 775
fente: 0,5 nm
longueur d'onde: 253,9 nm
accessoire pour la génération de vapeur de Hg Varian modèle 65.

2. Mesure

20 ml d'échantillon provenant de la minéralisation sont placés dans le générateur de vapeur de mercure. On injecte 1 ml de solution de $SnCl_2$. On mélange au moyen de l'agitateur magnétique pendant 90 secondes. On chasse les vapeurs de mercure avec un courant d'azote (4 l/min). On effectue la lecture de l'absorption.

Résultats

Dans une première expérience, l'évaluation des rejets en mercure a été réalisée en prélevant l'eau usée seulement lorsqu'il y avait mise en oeuvre de l'amalgame dentaire ou fraisage d'une ancienne obturation, c'est-à-dire en discontinu. L'expérience a eu lieu pendant neuf jours. Dans un deuxième essai, l'évaluation des rejets a été réalisée en prélevant l'eau usée en continu par tranche journalière, sur une période de 4 jours. L'évaluation a été faite en continu. Enfin cette même expérience a été reconduite après avoir procédé au nettoyage de toute la tuyauterie de l'unit et en simplifiant celle-ci, notamment en supprimant les coudes inutiles. Les résultats sont donnés dans le tableau 1.

Spéciation du mercure non-retenu par l'appareil «Final»

Introduction

Le mercure entraîné dans les eaux usées peut l'être sous les formes: particules solides d'amalgame, mercure métallique dissous issu des particules d'amalgame, mercure (II) provenant de l'oxydation du mercure métallique dissous.

Tableau 1. Mercure récupéré et rendement de l'appareil «Final»

Déroulement de l'expérience	Mercure récupéré (ΔQ)	Mercure non retenu			Rendement	
		Eau		Filtre	Q_s	η
		Concentration	Volume	Masse Hg		
	g	μg/l	ml	μg	mg	%
discontinu (9 jours)	5,24 ± 0,46*	19,8	560	75	43	99,2
continu (4 jours)	1,91 ± 0,11	25,5	860	—	—	
		14,0	830	—	—	
		6,0	830	—	—	
		4,0	780	—	—	
				28,8	35,2	98,2
continu (4 jours) tuyauterie chaise simplifiée	6,57 ± 0,2	6,0	830			
		5,2	830			
		11,2	890			
		ND	870			
				157,5	88,4	98,6

* Ecart-standard pour 5 analyses.
ND = non détectable (Hg^{+2}) < 0,15 μg/l.

Au point de vue de la protection de l'environnement, toutes ces formes sont potentiellement dangereuses. Globalement, c'est donc le mercure total qui est important; c'est pourquoi dans nos analyses nous avons toujours procédé à la minéralisation de l'échantillon. Lors de l'évaluation du bilan du mercure, les échantillons d'eau ont été récoltés dans des flacons en pyrex contenant de l'acide nitrique ceci afin d'assurer la conservation du mercure ionique éventuellement présent.

Cette manière de faire exclut d'emblée la spéciation du mercure puisque les particules non-retenues par le système de filtration seront partiellement oxydées par l'acide nitrique.

Nous avons procédé à divers essais afin de déterminer sous quelle forme se trouve le mercure non-retenu par le filtre Millipore.

Description de l'essai

100 mg de résidu solide provenant de l'appareil «Final» sont placés dans un bécher. On y ajoute 175 ml d'eau distillée puis on agite pendant 5 minutes. Cette suspension est filtrée sur filtre Millipore AP 40 comme décrit précédemment. Un

aliquot de 20 ml de filtrat est prélevé pour l'analyse du mercure dissous. Dans ce cas, on n'ajoute pas de $SnCl_2$ dans le générateur de vapeur de mercure mais on chasse le mercure dissous par de l'azote, comme lors d'une analyse normale.

Sur un second aliquot de 20 ml, on procède à la détermination de la concentration totale du mercure métallique dissous et du mercure ionique en ajoutant la solution de $SnCl_2$. Sur un troisième aliquot on procède au dosage du mercure après minéralisation en milieu acide sulfurique/permanganate de potassium.

Résultats

Le tableau 2 donne les résultats obtenus. Le mercure non-retenu par le filtre Millipore AP 40 est présent, par ordre décroissant, sous forme de particules d'amalgame (63,3%), sous forme de mercure métallique dissous (21,1%) et enfin sous forme de mercure ionique (15,6%).

Tableau 2. Spéciation du mercure non-retenu par l'appareil «Final»

Traitement du filtrat	Formes suspectées	Concentration dans le filtrat
Aucun	(Hg^{o})	7,4 μg/l
Ajout de $SnCl_2$	(Hg_2^{2+}) + Hg^{2+}	12,9 μg/l
Minéralisation Ajout de $SnCl_2$	Hg total	32,3 μg/l

Conclusion

L'utilisation d'amalgame en restauration dentaire conduit au rejet dans les eaux usées des cabinets dentaires de fines particules d'amalgame produites lors du fraisage. Les particules plus grosses d'amalgames neufs produites lors du modelage en bouche sont récoltées sur les pré-filtres de l'unit. Le mercure contenu dans l'amalgame représente globalement la plus grande contribution à la pollution mercurielle de l'environnement: par rapport à lui, les formes dissoutes ou ioniques du mercure sont négligeables. L'appareil «Final» destiné à récupérer les particules d'amalgame dans les eaux usées par centrifugation a un rendement de 99,5%. Le rendement a été déterminé sur trois séries d'essais. Le mercure qui n'est pas retenu par centrifugation est constitué principalement par de très fines particules d'amalgame.

La mesure de la concentration du mercure total dans les eaux usées du cabinet dentaire après centrifugation et filtration sur filtre Millipore AP40 montre que la norme sur les rejets en mercure dans les eaux usées (0,010 μg/l) est respectée.

En conclusion on peut affirmer qu'au moyen d'un dispositif simple on peut récupérer la quasi-totalité du mercure utilisé en restauration dentaire.

Remerciements

Nous remercions très vivement Madame *Anne-Lise Burer*, sans qui ce travail n'aurait pu être réalisé avec autant de célérité.

Résumé

Les amalgames utilisés en restauration dentaire sont à l'origine d'émission de mercure dans l'environnement.

L'évaluation quantitative des émissions de mercure des eaux usées d'un cabinet dentaire a permis de démontrer que la majeure partie du mercure se retrouve sous forme de particules d'amalgame. Un dispositif de récupération de ces déchets a été monté en aval de l'unit et permet une récupération de 99,5% de mercure, soit, en moyenne, 0,84 g de mercure par jour. Le mercure résiduaire que n'est pas retenu par centrifugation se trouve principalement sous forme de très fines particules d'amalgame.

Zusammenfassung

Die für zahnärztliche Wiederherstellungen gebrauchten Amalgame geben Quecksilber an die Umwelt ab.

Die quantitative Schätzung von Quecksilberemissionen in verbrauchten Gewässern eines Zahnarztkabinetts zeigt, dass der grössere Teil in Form von Amalgamteilchen wiedergefunden wird. Eine Auffanganlage dieser Abfälle, stromabwärts montiert, erlaubt eine Gewinnung von 99,5% Quecksilber, d. h. durchschnittlich 0,84 g pro Tag. Quecksilberabfälle, die beim Zentrifugieren nicht zurückgehalten werden, sind hauptsächlich in Form von sehr feinen Amalgamteilchen vorhanden.

Summary

Amalgams used for dental repairs, constitute a source of mercury pollution.

Quantitative analysis of mercury in wastewater from a dental cabinet shows that most of the mercury is in particulate amalgam form. A collection unit, mounted downstream from the dental outfit, allowed the retention of 99.5% of total mercury, that is 0.84 g mercury daily. Mercury which escapes retention by centrifugation is mainly found in very fine particulate amalgam form.

Bibliographie

1. Travail effectué dans le cadre de la thèse de doctorat en médecine dentaire de M. Callmander et patronnée par l'Office fédéral de la protection de l'environnement (sous presse).
2. *Landry, J.-Cl.:* Etat de la connaissance de l'influence des pollutions mercurielles dans le bassin genevois. Rapport au Conseil d'Etat 27 janvier 1978.
3. Rapport d'analyse no 6164 – Service cantonal d'écotoxicologie, Genève 26 juin 1985.
4. *Aimo, V.:* Determination of the mercury content of preamalgamated dental amalgam alloys. Acta. Odont. Scand. **27**, 396–401 (1969).
5. *Glossop, G.:* The analysis of dental amalgams by X-ray fluorescence by using a solution technique. Analyst. **97**, 131–133 (1972).
6. *Barragen de la Rosa, F.:* Spectrophotometric determination of mercury with 5- (6-methyl-2-pyridil)methylene-2-thiohydantoin. Microchem. J. **25**, 524–530 (1980).

Dr M. Callmander
2, avenue Reverdil
La Combe
CH-1260 Nyon

Dr F. Cupelin
Dr J.-Cl. Landry
Service cantonal d'écotoxicologie
23, av. Ste Clotilde
Case postale 109
CH-1211 Genève 4

J.-M. Meyer
Département de prothèse dentaire
Section de médecine dentaire
19, rue Barthélémy-Menn
CH-1211 Genève 4