

Déchets mercuriels d'origine hospitalière : gestion, devenir et recommandations

Mercurial hospital waste: management, becoming and recommendations

Aschraf Chadli-Debbiche¹, Riadh Allani², Raja Jouini¹, Emna Abidi³, Aycha Nouri⁴, Siwar Laouini⁴, Amine Ghrabi⁵, Lobna Mekni⁶, Anis Chouchene⁶, Afef Siala-Makni⁴, Nèbiha Borsali-Falfoul⁵

1-Hôpital Habib Thameur / Université de Tunis El Manar - Faculté de Médecine de Tunis - Tunisie

2-Département de médecine préventive et communautaire / Université de Tunis El Manar - Faculté de Médecine de Tunis - Tunisie,

3-Faculté de Médecine de Tunis - Tunisie /Université de Tunis El Manar -

4-Agence Nationale de Gestion des déchets / Tunis - Tunisie,

5-Hôpital La Rabta / Université de Tunis El Manar - Faculté de Médecine de Tunis - Tunisie,

6-Hôpital Habib Thameur / Université de Tunis El Manar - Institut Supérieur des Sciences Biologiques Appliquées de Tunis

RÉSUMÉ

Introduction: En milieu hospitalier, l'utilisation des instruments médicaux et consommables qui contiennent du mercure et la gestion des déchets mercuriels (DM) dont ils sont issus sont réglementées dans les pays développés. En Tunisie, les DM finissent encore en décharge et aucune stratégie n'a, à ce jour, été adoptée.

Objectifs : Quantifier les DM issus de deux hôpitaux universitaires de Tunis, indiquer les filières d'élimination empruntées et proposer certaines recommandations.

Méthodes : Il s'agissait d'une étude rétrospective descriptive conduite de février à août 2016, quantifiant les DM issus des produits et instruments médicaux utilisés par deux hôpitaux universitaires de Tunis au cours de l'année 2015. Des entretiens semi-directifs et des focus groupes ont permis le recueil d'informations sur les méthodes de gestion de ces produits et instruments et de leurs déchets et de dégager les faiblesses de ces méthodes.

Résultats : En 2015, 2 443 thermomètres à mercure ont été utilisés par l'hôpital Habib Thameur (HHT) et 7 439 par l'hôpital La Rabta (HLR), libérant 19 764g de mercure. Pour les amalgames dentaires, 1 440g ont été utilisés à l'HHT et 1 320g à l'HLR. Leur résidu, conservé dans les capsules d'origine à l'HHT, était de 320,4g. Il était évalué au tiers de la quantité totale (440g) à l'HLR et était déversé dans les crachoirs. Sachant que ces amalgames renfermaient 50% de mercure, la quantité totale de mercure rejetée était de 380,2g. Les tensiomètres cassés (26 à l'HHT et 113 à l'HLR) ont libéré 183,5g de mercure, les lampes fluorescentes grillées (1 627 à l'HHT et 1 722 à l'HLR) 167,4g, la solution d'hémaroxylène de Harris (15 litres à l'HHT et 18 litres à l'HLR) 82,5g et les piles usagées (1 258 à l'HHT et 914 à l'HLR) 54,3g. Au total, à l'exception des vapeurs mercurielles, la quantité de DM libérée était d'environ 20 632 g. Ces DM ont emprunté la filière des déchets assimilés aux ordures ménagères (51% des DM de l'HHT et 47% des DM de l'HLR), la filière des déchets d'activités de soins à risques infectieux (47% des DM de l'HHT et 46% des DM de l'HLR), la filière des déchets électriques et électroniques (1% des DM de l'HHT et de l'HLR). Une partie a été déversée dans les eaux d'égout (1% des DM de l'HHT et 6% des DM de l'HLR).

Conclusion : Le principal pourvoyeur des DM d'origine hospitalière étant le thermomètre à mercure (95,8%), les autorités de tutelle gagneraient, à l'instar de la loi européenne qui date de 1998, à les substituer par des thermomètres électroniques.

Mots-clés

Mercure - Méthyl-mercure - Bioaccumulation - Risque - Amalgame dentaire - Thermomètre à mercure – Tensiomètre à mercure - Lampe fluorescente - Pile

SUMMARY

Introduction and Purpose : In hospitals, the use of medical instruments and products containing mercury and the management of mercury waste (MW) collected are regulated in developed countries. In Tunisia, MW end up in landfill and no strategy has so far been adopted. The objective of this study was to quantify MW in two university hospitals in Tunis and to indicate the elimination pathways used and to propose certain recommendations.

Methods : This was a descriptive retrospective study conducted from February to August 2016 and quantifying the MWs from medical products and instruments used by two university hospitals in Tunis during 2015. Semi-structured interviews and focus groups enabled the collection of informations on MW management methods for these products and instruments and their waste and to identify the weaknesses of this management.

Results : In 2015, 2,443 mercury thermometers were used by Habib Thameur hospital (HHT) and 7,439 by La Rabta hospital (HLR), releasing 19,764 g of mercury. For dental amalgams, 1,440 g were used at HHT. Their residues (320.4 g) were stored in the original capsules. At HLR, 1,320 g were used but residues, estimated at one-third of the total amount (440g), were discharged into the cuspidor. The total amount released from the amalgams was 380.2g, knowing that half of the volume was mercury. The broken tensiometers (26 at HHT and 113 at HLR) released 183.5g of mercury, the roasted fluorescent lamps (1,627 at HHT and 1,722 at the HLR) 167.4g, Harris Hematoxylin (15 liters at HHT and 18 liters at HLR) 82.5g and used batteries (1,258 at the HHT and 914 at the HLR) 54.3g. In total, with the exception of mercury vapors, the amount of mercury released in 2015 at the two hospitals was approximately 20,632 g. These MW have borrowed the household waste stream (51% of HHT MW and 47% of HLR MW), waste from infectious care activities (47% HHT and 46% of the HLR MW), electrical and electronic waste (1% of HHT and HLR MW), and sewage (1% of HHT MW and 6% of the HLR MW).

Conclusion : The main supplier of hospital MW is the mercury thermometer (95.8%). The managerial authorities would benefit from the promulgation of a regulatory framework, like the European law of 1998, prohibiting their use on a territorial scale and, by subsidies, replace them with electronic thermometers.

Key-words

Mercury - Methylmercury exposure - Risk - Bioaccumulation - Dental amalgam - Mercury thermometer - Mercury tensiometer - Fluorescent lamp - Battery

Le mercure est un composé chimique à risque de par sa persistance dans l'environnement, son accumulation dans les organismes vivants et sa grande toxicité pour l'homme et pour l'environnement. Une fois libéré, il est dispersé dans l'atmosphère avant de s'infiltrer dans les sols et se retrouver dans les cours d'eau souterrains, rivières, lacs, mers et océans. Le programme des Nations Unis pour l'environnement a établi en 2011 un inventaire des émissions de mercure dans les pays méditerranéens et a proposé des mesures visant à la réduction des apports de mercure dans la Méditerranée [1]. En milieu hospitalier, le mercure peut être libéré à partir de divers produits consommables et instruments médicaux ou de laboratoire. L'utilisation de ces derniers, les déversements d'eau, les émissions d'air et l'incinération des déchets sont réglementés dans les pays industrialisés.

En Tunisie, un programme national de gestion des déchets des activités de soins a récemment été mis en place. Toutefois, en ce qui concerne les déchets d'activité de soins à risques chimiques et toxiques (DASRTC), dont les déchets mercuriels (DM), aucune filière de récupération, de valorisation ou d'élimination n'a été étudiée durant la phase initiale du programme. Par ailleurs, l'utilisation des instruments à mercure n'est pas encore réglementée. En aval, au sein des hôpitaux, le tri sélectif des DASRTC, notamment mercuriels est absente. De plus, rares sont les publications scientifiques indexées sur le sujet malgré le risque toxique du mercure pour le personnel de santé et la population.

Ce travail, basé sur une enquête de terrain menée au sein de deux hôpitaux universitaires, l'un de capacité moyenne et l'autre de grande capacité, avait pour objectifs de quantifier le mercure libéré à partir de certains produits et instruments, d'indiquer les filières d'élimination empruntées dans l'enceinte de l'hôpital et à distance et de proposer certaines recommandations.

MÉTHODES

Type d'étude

Il s'agissait d'une étude descriptive rétrospective visant à décrire la démarche adoptée dans la gestion de produits et instruments contenant du mercure et de leurs déchets au sein de deux hôpitaux universitaires du Grand Tunis en 2015.

Caractéristiques des hôpitaux, objet de l'étude: l'hôpital Habib Thameur (HHT) est un Établissement Public de Santé à caractère universitaire comportant 16 services spécialisés, 344 lits d'hospitalisation, 971 personnels et un taux d'occupation moyen de 80,6%. L'hôpital La Rabta (HLR) est un Établissement Public de Santé à caractère universitaire qui comporte 34 services spécialisés, 872 lits d'hospitalisation, 1171 personnels et un taux d'occupation moyen de 74%. Le choix de ces

hôpitaux a été motivé par le nombre élevé de spécialités, la similitude en terme de type de gestion et leur proximité du comité de pilotage de l'enquête.

Période d'étude

Elle s'est étalée de février à août 2016 et s'est basée sur le recueil des informations relatives à la gestion des DM pour l'année de 2015.

Modalités du recueil et d'analyse des données

L'enquête a ciblé la population impliquée dans la gestion des produits et instruments contenant du mercure et de leurs déchets. Elle a débuté, dans le cadre d'un projet de fin d'études sur les DM, en février 2016 à l'HHT puis a été poursuivie à partir de juin 2016 à l'HLR. L'enquête de terrain a été conduite par une équipe sanitaire multidisciplinaire associant médecins et technicien du service d'anatomie et cytologie pathologiques de l'HHT, médecins et infirmiers de services cliniques, hygiénistes des comités de gestion des déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) des deux hôpitaux, et médecins du département de médecine préventive et communautaire de la faculté de médecine de Tunis. Elle s'est basée sur des informations recueillies à partir des rapports d'inventaire de 2015 et complétées par d'autres sources ayant combiné deux techniques d'évaluation de la gestion des DM, l'entretien semi-directif et le focus group.

Au niveau de chaque hôpital, les entretiens semi-directifs ont ciblé le directeur général, le responsable du bureau des achats, les hygiénistes ou les représentants de l'unité d'hygiène et les chefs des services, en dehors de ceux de la Pharmacie et des Laboratoires, non concernés par cette gestion. Au niveau de chaque service, des focus groupes, de 60 mn chacun, se sont déroulés sur deux mois à l'HHT et trois mois à l'HLR. Ils ont ciblé deux groupes respectifs de six à dix personnes, chacun associant le surveillant et des infirmiers d'une part et des aides-soignants et ouvriers d'autre part. L'hygiéniste ou le représentant de l'unité d'hygiène a toujours été impliqué dans le suivi des opérations.

Ces réunions ont favorisé:

- le recueil initial, dans chaque hôpital, des données quantitatives en instruments et consommables contenant du mercure utilisés par chaque service au cours de l'année 2015 ;
- l'élaboration d'une fiche d'enquête pour le recueil des informations relatives à l'identification du service (Q1), la nature des produits et instruments pourvoyeurs de DM et la quantité utilisée en 2015 (Q2), des informations relatives aux opérations de tri des DM et leur séparation des autres types de déchets (Q3 à Q6), leurs modalités de collecte, le niveau d'information sur le danger et les mesures préventives utilisées (Q7 à Q11), les modalités de stockage (Q12), les circuits d'élimination empruntés (Q13) et les solutions envisagées (Q14 à Q16) ;

- la collecte des données concernant la gestion des DM, la mise en valeur de ses faiblesses et les propositions pour en améliorer la prise en charge.

La quantification des DM n'a pas tenu compte du mercure présent dans les produits pharmaceutiques et dans les instruments électriques et électroniques.

Les données ont été saisies et analysées au moyen du logiciel Excel.

Les variables de mesures :

- Produits et instruments médicaux: les thermomètres à mercure, amalgames dentaires, tensiomètres à mercure, lampes fluorescentes, solution d'hématoxyline de Harris et piles ont été recensés par service, dans chacun des deux hôpitaux considérés. Le nombre de thermomètres à mercure brisés, disparus du stock ou jetés après utilisation par des malades contagieux ont également été pris en compte. Le nombre d'instruments acquis par chaque hôpital pour répondre aux besoins de l'année 2015 a été relevé au niveau des services des achats, sachant que leur renouvellement nécessite l'échange avec la pièce défectueuse.

- Quantification des DM: la quantité de mercure a été estimée à 2g par thermomètre à mercure [2], à une proportion de 50% de mercure et 50% d'un alliage d'argent, cuivre, étain et zinc pour les amalgames dentaires [3], à 1,32g par tensiomètre à mercure [4], entre 0,01 et 0,05g par lampe fluorescente [5], la quantité ayant été prise en compte dans notre étude étant 0,05g, à 2,5g par litre d'hématoxyline de Harris [6] et à 0,025g par pile [1].

L'appréciation de la quantité d'amalgames dentaires s'est basée sur le nombre de boîtes de 50 capsules acquies par les services de médecine dentaire de ces hôpitaux. Les capsules étaient, soit simple-dose contenant 0,8g d'amalgame, soit double-dose contenant 1,2g d'amalgame. Ce poids a été contrôlé par la pesée de quelques capsules, avant leur utilisation, avec une balance de précision (Sartorius). Lorsque le résidu d'amalgame était remis dans sa capsule d'origine avant d'être collecté dans un récipient ad hoc rempli au quart par de l'eau (figure 1), il avait préalablement été pesé avec la même balance. Pour l'hématoxyline dont l'usage était quotidien, le volume préparé chaque semaine était relevé. Le volume annuel utilisé par le service d'anatomie et cytologie pathologiques de chaque hôpital a été identifié puis multiplié par la quantité de mercure par litre de solution.

La quantité de DM à partir de chaque produit et instrument a été obtenue par la multiplication de la quantité utilisée en 2015 par la quantité de mercure que ce produit consommable ou instrument renferme. Pour les amalgames dentaires, cette quantité a été multipliée par le nombre de capsules et, le total obtenu a été divisé par deux pour déterminer la quantité de DM libérée. La quantité totale des DM originaires des deux hôpitaux a été obtenue par la somme des quantités calculées pour chaque hôpital.

- Filières d'élimination des DM: les filières d'élimination empruntées par les DM et la quantité au niveau de chacune des filières ont été relevées durant les entretiens semi-directifs et les focus groupes. Des propositions d'interventions de santé pour combler les insuffisances en termes de gestion des DASRTC en général et des DM en particulier ont été discutées.



Figure 1 : Récipient ad hoc mis en place à l'hôpital Habib Thameur pour la récupération des résidus d'amalgames dentaires remis dans leur capsule d'origine.

RÉSULTATS

Sources et quantification des déchets mercuriels

Déchets mercuriels issus des thermomètres à mercure

En 2015, 2 443 thermomètres à mercure ont été acquis par l'HHT et 7 439 par l'HLR puis distribués aux services demandeurs (tableaux 1 et 2). Les thermomètres brisés étaient de 1 557 à l'HHT et 6 435 à l'HLR et les thermomètres disparus du stock et ceux jetés après utilisation par des malades contagieux étaient de 886 à l'HHT et de 1004 à l'HLR. La quantité totale de mercure issue des 9 882 thermomètres utilisés en 2015 était de 19 764g. Elle se distribuait comme suit : 15 984g à partir des thermomètres brisés et 3 780g à partir des thermomètres disparus du stock et ceux jetés après utilisation par des malades contagieux.

Tableau 1 : Thermomètres utilisés par service à l'hôpital Habib Thameur en 2015 et leur devenir

Services	T brisés	T disparus du stock et jetés pour contamination	Total
Urgence	336	287	623
Chirurgie générale	384	12	396
Médecine interne	144	178	322
Chirurgie pédiatrique	144	155	299
Cardiologie	240	22	262
Gastro-entérologie	96	123	219
Anesthésie réanimation	48	65	113
ORL	96	15	111
Dermatologie	48	29	77
Urologie	12	0	12
Ophthalmologie	9	0	9
Total	1 557	886	2 443

Tableau 2 : Thermomètres acquis par l'hôpital La Rabta en 2015 et leur devenir

Services	T brisés	T disparus du stock et jetés pour contamination	Total
Urgences	988	44	1032
Chirurgie générale (A)	728	76	804
Maladies infectieuses	365	179	544
Pédiatrie	312	132	444
Pneumo-Allergologie	416	8	424
Chirurgie orthopédique	312	104	416
Chirurgie générale (B)	365	18	383
Réanimation médicale	312	70	382
Soins intensifs cardio	312	40	352
Chirurgie cardiovasculaire	312	4	316
Urologie	208	60	268
Néphrologie	240	24	264
Gastro-entérologie (A)	240	10	250
Anesthésie réanimation	240	9	249
Cardiologie adulte	208	29	237
Médecine interne	208	16	224
Gastro-entérologie (B)	156	40	196
Cardiologie pédiatrique	144	24	168
Rhumatologie	104	52	156
Dermatologie	104	4	108
Endocrinologie	48	24	72
Hématologie	52	12	64
ORL	36	3	39
C Ext spécialités médicales	12	10	22
Radiologie	6	6	12
Médecine de travail	6	6	12
Pharmacie	1	0	1
Total	6 435	1 004	7 439

Déchets mercuriels issus des amalgames dentaires

À l'HHT, 16 boîtes de 50 capsules d'amalgames dentaires simple-dose et 12 boîtes de 50 capsules double-dose ont été utilisées pendant l'année 2015, portant la quantité totale d'amalgame à 1 440g. Le résidu des capsules était conservé dans les capsules d'origine. Il était de 26,7g par mois, soit 320,4g. À l'HLR, toutes les boîtes utilisées étaient à capsules simple-dose, à raison de 30 boîtes pour le service de médecine dentaire adulte et de 3 boîtes pour le service de médecine dentaire pédiatrique, portant la quantité totale d'amalgame à 1 320g. La quantité résiduelle d'amalgame, évaluée par les utilisateurs au tiers environ de la quantité totale, était déversée dans le crachoir au décours de chaque soin dentaire. La quantité éliminée était donc approximativement de 440g. Ainsi, la quantité annuelle totale de mercure libérée à partir des amalgames dentaires était de 380,2g.

Déchets mercuriels issus des tensiomètres à mercure

Le nombre de tensiomètres à mercure distribués dans les services de l'HHT figure dans le tableau 3 et celui distribué dans les services de l'HLR figure dans le tableau 4. Les tensiomètres cassés et éliminés étaient au nombre de 26 à l'HHT et de 113 à l'HLR. Ainsi, la quantité de

mercure éliminée pendant l'année 2015 à partir des tensiomètres était de 183,5g.

Tableau 3 : Tensiomètres utilisés par service à l'hôpital Habib Thameur en 2015

Service	Tensiomètre pour adultes	Tensiomètre pour obèses	Tensiomètre pédiatrique	Total
Urgence	15	1	2	18
Médecine Interne	11	0	0	11
Cardiologie	7	2	0	9
Chirurgie générale et bloc opératoire	8	1	0	9
Chirurgie pédiatrique	4	0	4	8
Gastro-entérologie	6	0	0	6
ORL	4	1	0	5
Anesthésie réanimation	4	0	0	4
Dermatologie	2	1	0	3
Total	61	6	6	73*

Tableau 4 : Tensiomètres cassés et éliminés par service à l'hôpital La Rabta en 2015

Services	Nombre
Urgence	22
Consultations externes	9
Gastrologie (A)	8
Néphrologie	8
Chirurgie (A)	6
Soins intensifs	6
Médecine interne	5
Rhumatologie	5
Cardiologie-pédiatrique	4
Cardiologie	4
Chirurgie cardiovasculaire	4
Cardiologie adulte	4
Anesthésie-Réanimation	3
Dermatologie	3
Centre de traitement de la douleur	3
Pneumologie	3
Chirurgie (B)	3
Maladies infectieuses	2
Gastrologie (B)	2
Urologie	2
ORL	2
Endocrinologie	2
Médecine du travail	1
Pédiatrie	1
Orthopédie	1
Total	113

Déchets mercuriels issus des lampes fluorescentes

En 2015, 1 627 lampes fluorescentes ont été utilisées à l'HHT et 1 722 à l'HLR, totalisant une quantité de DM de 167,4g.

Déchets mercuriels issus de la solution d'hématoxyline de Harris

À l'HHT, la quantité d'hématoxyline utilisée était de 300 ml par semaine et de 15 litres par an. À l'HLR, cette quantité était de 375 ml par semaine et de 18 litres par an. La quantité de mercure éliminée en 2015 dans les 33 litres était de 82,5g.

Déchets mercuriels issus des piles

Le nombre de piles acquies par l'HHT et l'HLR était respectivement de 1 258 et de 654. Leur distribution dans les services est indiquée respectivement dans les tableaux 5 et 6. À l'HLR, il était, de plus, demandé à chaque malade pour lequel un holter était programmé, d'apporter une pile AA qui était laissée sur place au décours de l'examen. Cinq holters étant systématiquement réalisés par semaine, la quantité de piles sur les 52 semaines de l'année était de 260, ce qui totalisait 914 piles. La quantité de mercure issue des piles usagées était, en 2015, de 54,3g. Au total, à l'exception des vapeurs mercurielles, la quantité de DM libérée en 2015 à partir des produits et instruments des deux hôpitaux était d'environ 20 632 g.

Tableau 5 : Piles utilisées par service à l'hôpital Habib Thameur en 2015

Service	Piles AA / Piles (L)R6	Piles C / Piles (L)R14	Total
Cardiologie	250	10	260
Urgence	130	91	221
ORL	79	68	147
Ophtalmologie	96	32	128
Chirurgie pédiatrique	38	70	108
Chirurgie générale	0	106	106
Gastro-entérologie	64	12	76
Anatomie Pathologique	76	0	76
Anesthésie réanimation	47	4	51
Dermatologie	35	0	35
Médecine Interne	32	0	32
Radiologie	18	0	18
Total	865	393	1 258

Tableau 6 : Piles utilisées par service à l'hôpital La Rabta en 2015

Services	Nombre de pile
Chirurgie cardio-vasculaire et thoracique	127
ORL	78
Urologie	70
Radiodiagnostic	70
Chirurgie (B)	61
Pédiatrie	47
Chirurgie (A)	43
Ophtalmologie	26
Urgence	25
Orthopédie	24
Néphrologie	17
Cardiologie adulte	15
Laboratoire de Biochimie	11
Soins intensifs de cardiologie	8
Cardiologie pédiatrique	8
Anesthésie-Réanimation	6
Maintenance et gestion des équipements biomédicaux	5
Pneumologie	2
Médecine du travail	2
Gastrologie entérologie (B)	2
Médecine Interne	2
Dermatologie	2
Administration	2
Service auxiliaires	1
Total	654

Filières d'élimination empruntées et devenir des déchets mercuriels

- Déchets assimilés aux ordures ménagères (DAOM) pour 51% des DM de l'HHT et 47% des DM de l'HLR. Il s'agissait d'une partie des thermomètres brisés et des piles usagées (HHT et HLR), du stock de récipients chargés en capsules contenant les résidus d'amalgames dentaires (HHT) et des stocks des lampes fluorescentes grillées (HHT et HLR) lorsque leur quantité devenait excessive, réduisant l'espace du local de stockage (figure 2). Ces déchets étaient quotidiennement transportés par des agents de la municipalité vers la décharge contrôlée de Djebel Chakir où ils étaient enfouis.



Figure 2 : Local central de stockage des déchets d'activités de soins à risques à l'hôpital Habib Thameur. Conteneur dédié aux lampes fluorescentes grillées trop rempli.

- Déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) pour 47% des DM de l'HHT et 46% des DM de l'HLR. Il s'agissait d'une partie des thermomètres brisés et des thermomètres jetés après utilisation par des malades contagieux (HHT et HLR). Ces déchets étaient quotidiennement collectés par les agents de la société autorisée par le Ministère chargé de l'Environnement, conventionnée avec ces hôpitaux. Là, après désinfection à une température de 138°C, ils étaient broyés puis transportés vers la décharge contrôlée de Djebel Chakir.

- Déchets électriques et électroniques (D3E) pour 1% des DM de l'HHT et 1% des DM de l'HLR. Il s'agissait, dans tous les cas, des tensiomètres défectueux.

- Élimination dans les eaux d'égout pour 1% des DM de l'HHT et 6% des DM de l'HLR. Il s'agissait de la solution d'hématoxyline de Harris (HHT et HLR) et des résidus d'amalgames dentaires (HLR).

- Enlèvement des piles usagées et des lampes

fluorescentes grillées par l'Agence Nationale de Gestion des déchets (ANGed) à partir de janvier 2016, suite à une convention établie avec l'HHT.

DISCUSSION

Notre étude a permis d'identifier les principales sources des DM d'origine hospitalière et d'en fournir une quantification globale bien que non exhaustive puisqu'elle n'a pas tenu compte du mercure présent dans les produits pharmaceutiques et dans les instruments électriques et électroniques. Ainsi, en 2015, la quantité approximative de DM était de 15 401,5g à partir des produits et instruments médicaux acquis par l'HLR et de 5 230,2g à partir de ceux acquis par l'HHT, totalisant environ 20 632g qui se répartissaient en 19 764g issus des thermomètres à mercure, 380,2g issus des amalgames dentaires, 183,5g issus des tensiomètres à mercure, 167,4g issus des lampes fluorescentes grillées, 82,5g issus de la solution d'hématoxyline de Harris et 54,3g issus des piles usagées. Le principal pourvoyeur était le thermomètre à mercure (95,8%). À ce propos, il est important de souligner que l'utilisation hospitalière des thermomètres à mercure a été interdite par la loi européenne depuis 1998 [7]. En Tunisie, le problème majeur résidait dans l'absence de tri sélectif hospitalier des DM et, à une plus large échelle, dans l'absence de circuits nationaux de collecte et d'élimination des déchets chimiques, à l'exception des piles usagées et des lampes fluorescentes grillées, collectées en partie par l'ANGed, mais dont les conditions de stockage et le devenir n'étaient pas connus.

Le mercure est un métal lourd qui se combine très facilement avec d'autres métaux (amalgames), avec des composés soufrés (sulfure mercurique) ou chlorés (chlorure mercurique) et avec des composés complexes (matières organiques ou carbonées). Lorsqu'il se retrouve dans les milieux aquatiques, il est transformé par des micro-organismes en méthyl-mercure, extrêmement toxique pour l'homme [8-11]. Il est retrouvé sous cette forme dans les poissons et coquillages, chez les oiseaux, les mammifères et les humains qui s'en nourrissent et, par conséquent, à tous les niveaux de la chaîne alimentaire [1]. Les circonstances d'exposition et la toxicité du mercure sont liées à son état qui se présente sous trois formes chimiques : le mercure élémentaire ou métallique, liquide, extrêmement volatil, les dérivés inorganiques et les dérivés organiques [9]. Le mercure et ses composés figurent dans le tableau 2 des maladies professionnelles. Il peut provoquer une toxicité aiguë : irritation ou effet caustique sur la peau par certains composés organo-mercuriques et par le mercure métallique, insuffisance rénale par le mercure métallique et les ions mercuriques, troubles digestifs (fausses routes). Lorsqu'il est inhalé, il peut irriter les voies respiratoires en quelques heures, causer une alvéolite

hémorragique suivie d'une fibrose pulmonaire puis de décès. Il peut aussi provoquer une toxicité chronique : le mercure métallique peut être à l'origine d'une atteinte neurologique (encéphalopathie), le méthyl-mercure entraîne des troubles nerveux (tremblements, syndrome cérébelleux, détérioration intellectuelle, syndrome extrapyramidal, polynévrite sensitivomotrice) et rénaux (atteinte tubulaire et glomérulaire) [8,12-14]. Une étude sur l'exposition prénatale au méthyl-mercure et le développement psychomoteur de jeunes enfants a montré une relation entre le développement psychomoteur des enfants et les concentrations du mercure dans le cordon ombilical. Ces dernières étaient liées aux facteurs nutritionnels maternels notamment à la consommation de poissons contaminés par du méthyl-mercure [15]. Bien que des études similaires n'aient pas trouvé de résultats statistiquement significatifs [16,17], d'autres ont confirmé le haut niveau de mercure dans les poissons (thon et espadon) et les cétagés de la Méditerranée, où l'accumulation était plus importante que dans d'autres régions marines [1]. Aussi, certains pays interdisent la consommation de poissons chez les enfants, les femmes en projet de grossesse et les femmes enceintes [18]. Le mercure élémentaire est aussi connu pour son effet cancérigène, mutagène et toxique pour la reproduction (CMR) et classé CMR de classe 2. Le chlorure de mercure et le méthyl-mercure sont classés CMR de classe 3 [19].

Les établissements de soins constituent, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'une des principales sources d'émission de mercure dans l'atmosphère et pourraient être à l'origine de 5% des rejets mercuriels dans les eaux résiduaires [20]. Comme dans notre étude, les thermomètres à mercure représentaient la principale source d'émission. En 2001, un centre antipoison a rapporté 17 457 cas d'exposition au mercure élémentaire contenu dans les thermomètres dont 99% étaient involontaires, 43% (7 465) étaient des enfants de moins de 6 ans et 6% (1 025) avaient été hospitalisés. Suite à la mise en place de mesures adéquates, le taux d'exposition aux thermomètres à mercure a baissé de 48%, atteignant, en 2005, 9 122 cas [21]. En Tunisie, seul l'hôpital d'enfants Béchir Hamza, utilise des thermomètres à piles. Le mercure contenu dans les amalgames dentaires et dans les instruments de mesure médicaux représente, dans certains pays, l'une des sources principales de DM, atteignant, selon un rapport présenté au Royaume-Uni par la Commission OSPAR chargée de la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est, près de 53% du total des émissions mercurielles [22]. L'OMS confirme que le mercure présent dans les amalgames dentaires constitue la principale source de vapeurs mercurielles dans les zones non industrialisées, exposant les populations concernées à des concentrations supérieures à celles ayant été fixées pour les aliments et l'air [20]. Par ailleurs,

dans le rapport présenté par la Commission OSPAR, 7,41 tonnes de mercure provenant d'amalgames dentaires sont déversées chaque année dans les égouts, polluant l'atmosphère et le sol et, 11,5 tonnes sont recyclées ou rejetées avec des déchets médicaux [22]. Dans notre étude, les amalgames dentaires représentaient la deuxième source de DM d'origine hospitalière (1,8%) dont 6% étaient déversés dans les égouts à l'HLR. Les personnels des hôpitaux et les agents des sociétés de traitement des DASRI étaient d'autant plus exposés que le mercure était soumis à la chaleur, ce qui amplifiait les vapeurs toxiques. Ainsi, à l'HHT et l'HLR, mais vraisemblablement à l'échelle de tous les services d'anatomie et cytologie pathologiques du pays, la préparation de la solution d'hématoxiline de Harris, qui nécessite un temps d'ébullition prolongé, se faisait à l'air libre, sur pailasse, et non dans l'enceinte d'une sorbonne qui aurait aspiré et filtré les vapeurs mercurielles. Sont également exposés aux vapeurs mercurielles, les personnels des municipalités préposés à la collecte des déchets, ceux des décharges contrôlée et municipales, les salariés travaillant dans les usines de fabrication des matériels contenant du mercure et les habitants aux alentours des décharges municipales et anarchiques. En effet, la combustion à basse température des DAOM contenant du mercure génère des vapeurs mercurielles qui se surajoutent aux vapeurs nocives chargées en dioxines et furanes.

Les procédures de gestion des DM, les filières de récupération et de valorisation/élimination sont encore inexistantes en Tunisie. À l'hôpital, la prise en charge de ces déchets était, de ce fait, diverse et anarchique. Ainsi, une grande partie était éliminée avec les DAOM et finissait dans la décharge contrôlée avec ses conséquences néfastes pour l'atmosphère. Une autre partie était éliminée avec les DASRI avant d'être acheminée vers la décharge contrôlée, ce qui ne faisait qu'amplifier les émissions de vapeurs mercurielles lors de la procédure de désinfection. Enfin, une autre partie était déversée dans les égouts. Par conséquent, la prise de conscience nationale de ce problème pourrait débiter par la mise en œuvre de procédés de substitution des thermomètres et des tensiomètres à mercure, soutenus par un cadre réglementaire comprenant les techniques appropriées de collecte, conditionnement et élimination et, par des subventions. L'information et la formation du personnel de santé permettrait d'obtenir de meilleurs résultats et une sensibilisation des autorités à refuser les dons internationaux de thermomètres à mercure, tel que cela s'était produit en 2010, lors de l'épidémie de la grippe H1N1. À l'HHT, des affiches informatives ont été élaborées pour la collecte du mercure issu des thermomètres à mercure brisés en attendant leur substitution par des thermomètres électroniques (figure 3) et des formations du personnel ont été dispensées. Concernant les amalgames, les fauteuils dentaires

gagneraient à être munis d'un filtre au niveau du crachoir pour capturer les grosses particules. Des filtres pour les eaux usées pourraient collecter plus de 90% de l'amalgame restant [1]. Au niveau des laboratoires, le rejet à l'égout des déchets de colorants et autres produits chimiques étant quasiment interdit, il importe de se munir de collecteurs de déchets liquides mais également d'équipements de protection individuelle et de sorbonnes. Pour les piles usagées et les lampes fluorescentes grillées, le Ministère chargé de l'Environnement gagnerait à assurer leur collecte dans l'ensemble des structures hospitalières tunisiennes, à l'instar de la convention établie avec l'HHT. Bien évidemment, leur stockage doit être sécurisé et répondre aux normes requises. Il serait également souhaitable que les ministères de tutelle facilitent la mise en place d'un incinérateur à haute température, à four tournant, équipé de filtre à manches pour le traitement des produits et déchets chimiques générés à l'échelle nationale. Par ailleurs, en vue de l'identification des autres actions à appliquer, des dosages des émissions de mercure dans l'air et l'eau, des dosages bio-toxicologiques (mercure urinaire, mercure sanguin), des enquêtes épidémiologiques et de morbidité multicentriques complétant cette étude préliminaire ainsi qu'un contrôle du mercure dans l'alimentation, en particulier dans les produits de la mer, mériteraient d'être réalisés.

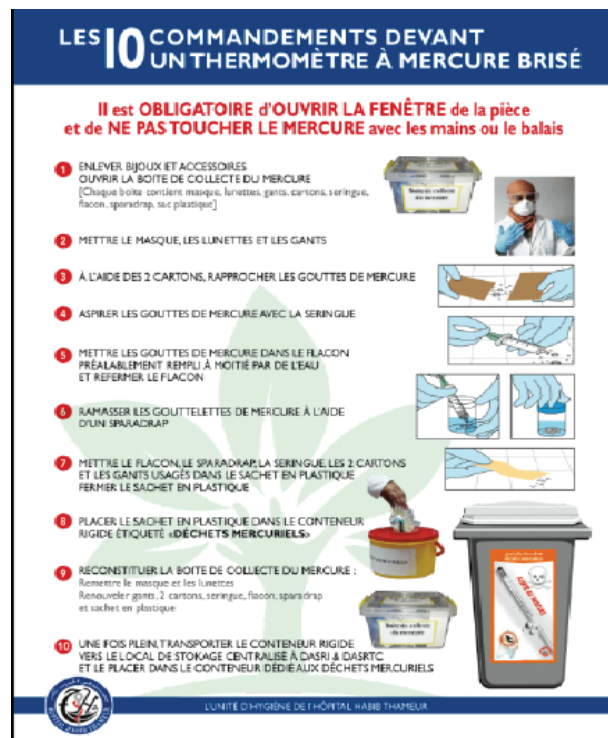


Figure 3 : Affiche explicative de la conduite à adopter devant un thermomètre brisé et de la procédure d'utilisation de la boîte de collecte du mercure répandu.

REFERENCES

1. Programme des nations unies pour l'environnement. Etude du mercure dans les pays méditerranéens. Larnaca (Chypre);24-25 février 2011. UNEP(DEPI)/MED WG.352/3.
2. La commission de la sécurité des consommateurs (France). Avis relatif à la toxicité des thermomètres à mercure et aux modes alternatifs de prise de température corporelle. Paris: Ministère des Finances;1998. Accessible à : [www.finances.gouv.fr/ Securite_consommateurs/index.html](http://www.finances.gouv.fr/Securite_consommateurs/index.html)
3. Le mercure des amalgames dentaires est-il toxique ? [editorial]. Accessible à : <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxac.2014.10.001>
4. Direction générale de l'amélioration du cadre de vie (Burkina Faso). Rapport de l'inventaire national des sources de production, d'utilisations et de rejets du mercure dans l'environnement au Burkina Faso. Burkina Faso: Ministère de l'environnement et du cadre de vie;2007. p. 52.
5. Caravati EM, Erdman AR, Christianson G, Nelson LS, Woolf AD, Booze LL, et al. Elemental mercury exposure : an evidence-based consensus guideline for out-of-hospital management. Clin Toxicol. 2008;46:1-21.
6. Gautier P, Jollès G. Histochimie normale et pathologique. Paris : Gauthier-Villars;1970. p. 1416.
7. République Française. Arrêté du 24 décembre 1998 relatif à l'interdiction de mise sur le marché de thermomètres à mercure destinés à mesurer la température interne de l'homme. JORF n°303 du 31 décembre 1998. p 20169. Accessible à : [www.legifrance.gouv.fr/ WAspad/ UnTexteDeJorf? numjo=MESH9824147A](http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=MESH9824147A)
8. Clarkson TW, Magos L, Myers G. The toxicology of mercury-current exposures and clinical manifestations. N Engl J Med. 2003;349:1731-7.
9. Carocci A, Rovito N, Stefania-Sinicropi M, Genchi G. Mercury toxicity and neurodegenerative effects. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2014;229:1-17.
10. Clarkson TW, Vyas JB, Ballatori N. Mechanisms of mercury disposition in the body. Am J Ind Med. 2007;50:757-64.
11. Compeau GC, Bartha R. Sulfate-reducing bacteria: principal methylators of mercury in anoxic estuarine sediment. Appl Environ Microbiol. 1985;50:498-502.
12. Dafre AL, Farina M. Methyl mercury neurotoxicity is associated with inhibition of the antioxidant enzyme glutathione peroxidase. Free Radic Biol Med. 2009;47:449-57.
13. Goyer RA, Clarkson TW. Toxic effects of metals. In: Klaassen CD (ed) Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons, 6th ed. McGraw-Hill, New York. 2001;811-67.
14. Grandjean P, Herz KT. Methyl mercury and brain development: imprecision and underestimation of developmental neurotoxicity in humans. Mt Sinai J Med. 2011;78:107-18.
15. Llop S, Ballester F, Murcia M, Forns J, Tardon A, Andiaarena A, et al. Prenatal exposure to mercury and neuropsychological development in young children: the role of fish consumption. Int J Epidemiol. 2016. [Epubahead of print].
16. Van Wijngaarden E, Thurston SW, Myers GJ, Harrington D, Cory-Slechta DA, Strain JJ, et al. Methyl mercury exposure and neuro-developmental outcomes in the Seychelles Child Development Study Main cohort at age 22 and 24 years. Neurotoxicol Teratol. 2016 [Epubahead of print].
17. Golding J, Gregory S, Emond A, Iles-Caven Y, Hibbeln J, Taylor CM. Prenatal mercury exposure and offspring behaviour in childhood and adolescence. Neurotoxicology. 2016. [Epubahead of print].
18. Health Care Without Harm (HCWH) Europe, Health & Environment Alliance (HEAL). 2006.
19. Mercure. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. Disponible à l'URL: <https://www.anses.fr/fr/content/mercure> [cité le 15/06/2016].
20. Organisation Mondiale de la Santé. Mercure et soins de santé. 2005.
21. Association of Poison Control Centers (TESS). Toxic Exposure Surveillance System Washington (DC): American. 2005.
22. OSPAR Commission. Mercury emissions from crematoria and their control in the OSPAR Convention Area. 2003.