

RELATION ENTRE EXPOSITION PROFESSIONNELLE DES MANIPULATEURS DE DECHETS D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES ET PROBLEMES RESPIRATOIRES A BAMAKO EN 2019.

Relationship between occupational exposure of waste manipulators of electrical and electronic equipment and respiratory problems in Bamako in 2019.

Coulibaly Cheick Abou^{1*}, Kédoté Nonvignon Marius², Sangho Oumar³, Dembélé Apolinaire⁴, Traoré Mohamed Moumine¹, Togo Yaya⁴, Gagno-Koudemon Kafui Komlan¹, Kéita Salia¹, Telly Nouhoum¹, Toloba Yacouba¹, Sangho Hamadoun¹

1. Département d'Enseignement et de Recherche de Santé Publique et Spécialités, Faculté de Médecine et D'Odontostomatologie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), Mali ; 2. Université d'Abomey-Calavi | UAC · Institut régional de santé publique ; Université d'Abomey-Calavi · Cotonou, Bénin ; 3. Département d'Enseignement et de Recherche des Sciences Biologiques et Médicales, Faculté de Pharmacie (FAPH), USTTB, Mali ; 4. Institut National de Santé Publique (INSP), Bamako, Mali.

***Auteur correspondant** : Dr Cheick Abou Coulibaly, Maître-Assistant en Epidémiologie au département d'Enseignement et de Recherche de Santé Publique, Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie (FMOS), Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), Mali. Tél : 72352069, Email : cheickcly2014@gmail.com.

Conflit d'intérêt : aucun

RESUME :

Introduction : les déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E), avec leurs enjeux sanitaires et environnementaux, sont devenus un problème de santé publique exposant les travailleurs aux composés d'éléments toxiques responsables de (2^{ème} expertise) troubles respiratoires. **Objectif** : Etudier la relation entre l'exposition professionnelle aux D3E et la survenue des problèmes respiratoires à Bamako en 2019. **Matériel et Méthodes** : Il s'agissait d'une étude transversale, analytique de 6 mois, menée dans la ville de Bamako en 2019 et concernait 159 manipulateurs de D3E. Les données ont été collectées sur tablette et les analyses univariées et multivariées réalisées sur SPSS version 22 au seuil de significativité de 0,05 avec présentation des Odds Ratio (OR) et leurs intervalles de confiance à 95% (OR[IC_{95%}]). **Résultats** : La prévalence en général des troubles respiratoires était de 67,3% chez les manipulateurs des D3E. On notait que le retrait du revêtement des fils électroniques (OR[IC_{95%}]=25,93[2,30;291,53]), la perte de poids récente en dehors d'un régime (OR[IC_{95%}]=7,43[1,68;32,85]) et la rareté de lavage des mains avec du savon après les toilettes (OR[IC_{95%}]=11,50[2,07;63,89]) représentaient un risque plus élevé de problèmes respiratoires. **Conclusion** : Ces résultats montrent que les manipulateurs de D3E ont beaucoup de comportement à risque des problèmes respiratoires. Cette étude pourrait servir à la mise en œuvre de stratégies visant à réduire l'impact des D3E. **Mots clés** : Exposition professionnelle, problèmes respiratoires, manipulateurs, D3E, Bamako.

ABSTRACT

Introduction: waste electrical and electronic equipment (WEEE), with its health and environmental issues, has become a public health problem exposing workers to toxic compounds causing respiratory problems. **Objective**: To study the relationship between professional exposure to WEEE and the occurrence of respiratory problems in Bamako in 2019. **Material and Methods**: This was a 6-month cross-sectional, analytical study carried out in the city of Bamako in 2019 and involved 159 WEEE manipulators. Data were collected using a tablet (2). Univariate and multivariate analyzes were performed using SPSS version 22 with the significance level of 0.05. Odds Ratio (OR) were presented with their 95% confident interval (OR[95%CI]). **Results**: The overall prevalence of respiratory disorders was 67.3% among WEEE handlers. It was noted that the removal of the coating of electronic wires (OR[95%CI]=25.93[2.30;291.53]), recent weight loss outside of a diet (OR[95% CI]=7.43[1.68;32.85]) and the infrequent hand washing with soap after the toilet (OR[95% CI]=11.50[2.07; 63.89]) represented a higher risk of (2) breathing problems. **Conclusion**: These results show that D3E handlers have a lot of risky behavior for respiratory problems. This study could be used to implement strategies to reduce the impact of D3E. **Keywords**: Occupational exposure, respiratory problems, WEEE manipulators, Bamako.

INTRODUCTION :

Les déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) sont devenus un problème de plus en plus préoccupant au vu des enjeux sanitaires et environnementaux qui y sont

associés [1]. En Afrique, de nombreuses décharges de D3E ont vu le jour et des travailleurs sans protection tentent d'extraire des métaux de ces équipements [2].

Dans la plupart des pays d'Afrique, le recyclage des D3E est manuel et se fait le plus souvent

au niveau du secteur informel. Ces D3E contiennent des éléments toxiques (plomb, cadmium, mercure, plastiques avec des retardateurs de flamme bromés) qui sont relâchés dans l'air, l'eau et les sols pendant ces processus de démantèlement et d'incinération [3,4]. En effet certaines pratiques de recyclage telles que l'incinération à ciel ouvert des câbles et des pièces en plastique, peut provoquer de graves rejets de polluants tels que les métaux lourds et les dioxines [3]. Dans une étude au Sénégal, 100% des groupes composés des recycleurs, récupérateurs et réparateurs ignorent les dangers liés aux composants toxiques de ces D3E [5]. Des études ont montré que la manipulation des D3E peut conduire à une diminution de la fonction pulmonaire [6].

Peu d'études ont été menées dans ce domaine en Afrique et est d'intérêt de recherche vu le rôle des objets électroniques et électriques sur nos vie de tous les jours. Pour remédier à cela, en août 2019, l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin) en partenariat avec l'Université Cheick-Anta-Diop de Dakar (Sénégal), l'Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire) et l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso) et l'université des Sciences Technique et Technologique de Bamako ont réalisé une étude visait à établir la relation entre l'exposition professionnelle des manipulateurs de D3E et la survenue ou l'exacerbation des problèmes respiratoires et à développer des stratégies efficaces pour la réduction de l'impact de la pollution liée aux D3E sur la santé des populations[7]. **La présente étude est celle réalisée à Bamako au Mali**. L'objectif était de déterminer la relation entre exposition professionnelle des manipulateurs de déchets d'équipements électriques et électroniques et problèmes respiratoires à Bamako en 2019.

MATERIEL ET METHODES

Cadre de l'étude : L'étude a été réalisée à Bamako, capitale du Mali. Le secteur informel occupe une part importante des activités commerciales et économiques du pays. Située sur les rives du fleuve Niger, dans le Sud-Ouest du Mali en Afrique occidentale, elle s'étend d'Ouest en Est sur 22 km et du Nord au Sud sur 12 km, pour une superficie de 267 km², avec une population de 3 007 122 habitants. La forte croissance démographique de Bamako s'explique par le flux de la population migrante majoritairement jeune. Bamako demeure le site principal de grandes quantités non contrôlées de déchets électroniques provenant des équipements électrique et électroniques (EEE) dont les déchets contiennent des substances dangereuses [8].

Type et période d'étude : Il s'agissait d'une étude transversale, conduite du 1^{er} juillet au 31 décembre 2019 à Bamako.

Population d'étude et Echantillonnage : La population étudiée, comportait trois catégories d'acteurs impliquées dans la gestion des D3E qui ont évolués dans le circuit informel, à savoir : les récupérateurs, les recycleurs et les réparateurs. Il n'y avait pas de base de sondage des données sur les manipulateurs de D3E au Mali. Il a fallu la réalisation d'une enquête exploratoire pour avoir une base de sondage à partir de laquelle, on a réalisé un échantillonnage par strate à probabilité proportionnelle à la base de données obtenue lors de cette collecte préliminaire pour répertorier les manipulateurs dans les différents quartiers des six communes de Bamako. Ainsi nous avons veillé à ce que l'échantillon sélectionné soit représentatif de chaque strate concernée. Avec un effectif global de 159 manipulateurs de D3E enquêtés, nous avons eu 55 récupérateurs, 65 réparateurs et 39 recycleurs.

Variables de l'étude :

- **Pour les caractéristiques sociodémographiques :** langue, âge, sexe ;
- **Pour les dispositions de vie :** lieu de repos après le travail, lieu d'habitation, confort du lieu d'habitation, sources d'énergie et conditions de cuisine, logements précédents ;
- **Pour l'état de santé général :** état actuel, handicap au travail, occurrence des symptômes, consommation de cigarettes, consommation d'alcool, hygiène des mains ;
- **Pour l'activité professionnelle liée aux D3E :** postes occupés pour le traitement des D3E, durée à ces postes, ancienneté professionnelle, temps de travail hebdomadaire, activités prédominantes, nature des équipements de travail ;
- **Pour les facteurs de risques au travail :** épuisement, exposition aux conditions physiques défavorables, soutien professionnel, exigences et rythme de travail, effet du travail sur la vie sociale, satisfaction du revenu ;
- **Pour la santé respiratoire :** existence de problèmes respiratoires passés et actuels, gravité, conditions de survenue, volume expiratoire maximal en une seconde (VEMS), la capacité vitale forcée (CVF) et le débit expiratoire de pointe (DEP) ;
- **Pour les troubles respiratoires mesurés par spirométrie :** un trouble ventilatoire obstructif (TVO), un trouble ventilatoire restrictif (TVR), un trouble ventilatoire mixte (TVM) et un trouble ventilatoire obstructif distal (TVO Distal).

Les variables liées à **l'état de santé respiratoire** ont été considérées comme **variables dépendantes** de la présente recherche. Elles ont été traitées sous forme catégorielle à deux modalités (présence ou

absence de l'évènement recherché). Les autres variables ont été considérées comme **variables indépendantes**.

Collecte et traitement des données : Les données ont été collectées lors des examens cliniques et paracliniques des manipulateurs de D3E et au cours d'une interview. Les instruments de collecte utilisés ont concerné le questionnaire, le Smartphone ou la Tablette, le spiromètre, le pèse personne.

La **collecte des données auprès des manipulateurs** a été réalisée en deux sous-étapes qui ont été l'administration du questionnaire et l'examen clinique. L'administration du questionnaire a été faite au cours d'entrevues semi-dirigées avec les manipulateurs. L'administration du questionnaire, les manipulateurs ont bénéficié d'un examen clinique au cours de laquelle un test de la fonction pulmonaire par spirométrie a été réalisé ainsi que le recueil des données sur leur état de santé général et leur santé respiratoire. Cette consultation a été réalisée par un clinicien.

La procédure spirométrique comprenait au moins trois manœuvres de capacité vitale forcée acceptable et répétable et la meilleure valeur avait été sélectionnée pour les analyses. Les résultats ont été consignés sur le questionnaire

Une digitalisation du questionnaire a été faite à l'aide de l'application Kobo Tool Box. Le logiciel SPSS Statistics d'IBM version 20.0.0, a été utilisé pour faire la régression logistique (en analyse bivariée et multivariée). La significativité a été considérée pour des $p < 0,05$ avec un intervalle de confiance de 95%. Si l'OR pour une variable est > 1 , alors nous concluons à une association positive et elle sera considérée comme facteur de risque de problèmes respiratoires.

RESULTATS

Caractéristiques sociodémographiques et économiques : La quasi-totalité (89%) des cibles était de sexe masculin.

L'âge moyen des enquêtés était de $36,09 \pm 13,13$ ans. Le sex ratio H/F représentait 7,83 (141/18 : que représente cette fraction ?). Les enquêtés qui avaient un revenu quotidien en dessous de 600 FCFA étaient de 1,8%, tandis que le plus grand nombre ayant un revenu compris entre 5001 et 10000 FCFA (15%).

Activité professionnelle liée aux D3E : Les tâches les plus effectuées au cours du dernier mois précédant l'enquête étaient la réparation de l'électronique (41,2%), collecte de D3E (26,0%) et l'achat-vente de D3E (22,7%).

Les enquêtés avaient travaillé en moyenne pendant 8,79 heures par jour la semaine précédant l'enquête. Les tâches pour lesquelles les enquêtés les effectuant avaient travaillé au moins 30 minutes pendant plus de 3 heures

par jour la semaine précédant l'enquête, étaient la collecte de D3E (3,45 heures) et la réparation de l'électronique (6,71heures).

1. **Facteurs de risques des différentes tâches liées aux D3E :** Au sein des enquêtés, 21,6% avaient fumé au cours de leur vie au moins 100 cigarettes (soit 5 paquets. Ils étaient 93,3% des enquêtés à avoir affirmé n'avoir jamais bu d'alcool de leur vie ; tandis que 2,4% avaient une consommation fréquente d'alcool (plus de 3 fois par semaine).

En ce qui concerne l'hygiène des mains, 43,6% des enquêtés avaient affirmé toujours se laver les mains avant de manger, dont 46% avec du savon. Quant au lavage des mains avec du savon après défécation, 31,9% avaient affirmé toujours le faire.

Plus de la moitié (72,2%) des enquêtés ne portaient pas ou n'utilisaient pas régulièrement des vêtements et/ou équipements de protection au travail.

Etat de santé des enquêtés : Au sein des enquêtés, 1,1% des participants pensaient souffrir d'asthme sans que cela n'ait été confirmé par un médecin. Globalement, 9,1% affirmaient avoir un membre de la famille souffrant d'asthme.

Santé respiratoire des enquêtés : Une partie (8,7%) des enquêtés avaient affirmé avoir eu une respiration sifflante au cours des 12 derniers mois contre 16,1% ayant ressenti une sensation d'oppression.

Respectivement 7,6% et 3,9% des enquêtés avaient souffert d'une crise d'essoufflement dans la journée lorsqu'ils étaient au repos et à la suite d'une course ou d'un exercice contre 10,3% réveillés par une crise d'essoufflement au cours des 12 derniers mois.

Réveillés par une crise de toux au cours des 12 derniers mois 38,1%.

Les 4,5% des enquêtés avaient des gênes par l'essoufflement dont la moitié avec difficulté à respirer en marchant avec d'autres personnes de leur âge sur un terrain plat.

Les données spirométriques collectées révélaient qu'au sein des manipulateurs enquêtés 14,5% présentaient un trouble ventilatoire obstructif, 5,2% un trouble ventilatoire restrictif, 3,9% un trouble ventilatoire mixte et 2,8% un trouble ventilatoire obstructif distal. Parmi eux, 16,8% présentaient une obstruction fixe selon les critères de GOLD. Ce trouble était d'une sévérité légère pour la majorité d'entre eux (20/26).

Prévalence des symptômes et affections respiratoires au sein des catégories de manipulateurs de D3E : Les récupérateurs étaient les plus affectés par les problèmes de respiration sifflante au cours des 12 derniers mois (12,5%), par les crises d'essoufflement dans la journée au repos (12,5%), par les crises d'essoufflement à la suite d'une course ou d'un exercice (5,4%). Les réparateurs étaient plus

affectés par une sensation d'oppression thoracique au cours des 12 derniers mois (20,9%), par un réveil dû à une crise d'essoufflement (13,4%), par un réveil dû à une crise de la toux au cours des 12 derniers mois (44,8%) et par la toux grasse se manifestant dans la journée ou la nuit (35,8%). Les recycleurs étaient plus affectés par la toux grasse dans la journée ou la nuit (38,9%) et par de la toux durant habituellement le reste de la journée ou la nuit (47,2%).

Facteurs associés à la survenue des troubles respiratoires chez les manipulateurs de D3E : Les enquêtés qui effectuaient la collecte ou le déchargement des D3E étaient moins à risque de souffrir de problèmes respiratoires comparés aux autres (OR[IC_{95%}]=0,16[0,05 ; 0,48]). Ceux qui effectuaient le retrait du revêtement des fils électroniques (OR[IC_{95%}]=25,93[2,30 ; 291,53]), avaient perdu du poids la période précédant l'enquête (OR[IC_{95%}]=7,43[1,68 ; 32,85]) ou qui se lavaient rarement les mains au savon après avoir été aux toilettes (OR[IC_{95%}]=11,50[2,07 ; 63,89]) avaient un risque plus élevé de souffrir de problèmes respiratoires indépendamment des autres facteurs explicatifs.

DISCUSSION

L'analyse des caractéristiques sociodémographiques et économiques des enquêtés s'est intéressée à l'âge, au sexe, au niveau d'étude, à l'état civil et au revenu quotidien habituel, du fait qu'ils ont une influence sur la gestion des D3E. L'âge moyen de nos enquêtés était de 36,09±13,13ans. Par contre, Prakash S et al. en 2010 [2], Caravanos Jet al. en 2013 [8], rapportent respectivement un âge compris entre 14 à 40 ans ; entre 12 et 32 ans ; et entre 18 à 61 ans [3,8,9]. A propos du sexe, il y avait une prédominance des hommes (89%) qui étaient plus exposés aux risques sanitaires liés à la manipulation des D3E à travers leurs activités quotidiennes [5,10] trouvent respectivement que la quasi-totalité des réparateurs (98,4%) et la totalité des recycleurs au Bénin sont de sexe masculin ; et que 100% des recycleurs du Sénégal sont de sexe masculin [5,8].

Par rapport à l'activité professionnelle liée aux D3E, les tâches les plus effectuées au cours du dernier mois précédant l'enquête étaient la réparation de l'électronique (41,2%), la collecte de D3E (26,0%) et l'achat-vente de D3E (22,7%). En revanche, de nombreux auteurs trouvent que dans la région de Dakar, 20 % des D3E sont collectés pour être réutilisés en pièces détachées, 78% font l'objet d'un démantèlement et 2% sont jetés [2,3,11]. Par ailleurs, nos enquêtés avaient travaillé en moyenne pendant 8,79heures par jour durant la semaine qui a précédé l'enquête. Cette durée moyenne de travail qui exposait les enquêtés aux D3E, dépendait des types

d'activités dans lesquelles ils étaient impliqués (démantèlement, ramassage des déchets et brûlage) [11,12]. D'après les résultats obtenus par les travailleurs du secteur de la collecte et du recyclage informels des déchets électroniques œuvrent généralement entre 8 heures 30 minutes et 12 heures par jour. Outre cela, la durée moyenne de travail journalier au Ghana se situe entre 9 et 10 heures par jour [3,7]. Les participants ayant un emploi informel étaient moins susceptibles d'avoir une perception positive de la gestion des déchets électroniques en Ouganda [13].

En ce qui concerne les facteurs de risques des différentes tâches liées aux D3E, 21,6% des enquêtés avaient fumé au cours de leur vie au moins 100 cigarettes (5 paquets de 20) ; tandis que tandis 3,4% avaient une consommation fréquente d'alcool (plus de 3 fois par semaine). La cigarette et l'alcool seraient des moyens pour éviter le stress lors des travaux de D3E. En revanche, Asante et al trouvent 13,3% d'habitudes de fumer ; 11,1% d'habitudes de consommation d'alcool et une association significative de la cigarette et de l'alcool à l'apparition des troubles respiratoires chez les travailleurs du recyclage des déchets électroniques d'Agbogbloshe à Accra (Ghana)[14]. Quant à la fréquence de lavage des mains aux moments cruciaux chez les enquêtés, 43,6% des enquêtés se lavaient toujours les mains avant de manger. Chez ces derniers, 46% le faisaient avec du savon. Pour le lavage des mains avec du savon après défécation, moins de la moitié (31,9%) le faisait toujours. Cette faible proportion par rapport à la fréquence de lavage des mains aux moments cruciaux serait due à la méconnaissance des règles d'hygiène [14,15].

Comparativement, Zeng précise que les travailleurs, dont beaucoup sont des enfants, ne sont souvent pas conscients des dangers des produits chimiques et des acides lorsqu'ils manipulent sans gants de protection et respirent sans masque de protection [16].

Par rapport au port d'équipements de protection, près des trois quarts (72,2%) des enquêtés ne portait pas ou n'utilisait pas régulièrement des vêtements et/ou équipements de protection au travail. Cette faible utilisation des vêtements et/ou équipements de protection au travail, pourrait être due à la méconnaissance des risques sanitaires liés à la manipulation des D3E. De la même façon, Wittsiepe suggère que les manipulateurs de déchets au Nigéria ne sont généralement pas équipés pour éviter les risques pour la santé associés à leur travail, et que les travailleurs des sites de recyclage n'utilisent pas souvent d'équipement de protection individuelle du fait qu'ils ne sont pas conscients des effets délétères de l'exposition aux toxines [9].

Concernant l'état de santé des enquêtés, près de 10% avaient un membre de la famille souffrant d'asthme. A propos des problèmes de santé respiratoire ressentis par les enquêtés effectuant les différentes tâches liées aux D3E, 8,7% des enquêtés avaient eu une respiration sifflante au cours des 12 derniers mois contre 16,1% ayant ressenti une sensation d'oppression; respectivement 7,6% et 3,9% des enquêtés avaient souffert d'une crise d'essoufflement dans la journée lorsqu'ils étaient au repos et à la suite d'une course ou d'un exercice contre 10,3% réveillés par une crise d'essoufflement; 38,1% avaient été réveillés par une crise de toux; et 8,1% des enquêtés présentaient des problèmes de respiration dont la moitié ressentait de la difficulté à respirer en marchant. Ces problèmes de santé chez les travailleurs des D3E pourraient très probablement être liés à l'exposition directe aux fumées et aux produits chimiques irritants par un démontage manuel et au non port d'équipements de protections individuels (gants, lunettes, bottes, etc.). Comparativement, Asante raconte qu'au Ghana, l'incinération à ciel ouvert, les techniques de démantèlement inappropriées, libèrent des fumées, des poussières de cadmium dangereuses entraînant des troubles respiratoires qui s'accompagnent habituellement d'une gêne respiratoire, d'une toux survenant plus volontiers la nuit, d'une oppression thoracique ou d'un essoufflement; et que 45,45% des récupérateurs au Mali sont victimes de maladies provoquées par les D3E telles que la tuberculose, le tétanos (36,36%), le cancer (27,27%), d'autres infections (18,18%) [2, 8].

Concernant la prévalence des symptômes et affections respiratoires au sein des catégories de manipulateurs de D3E, les récupérateurs étaient affectés par les problèmes de respiration sifflante au cours des 12 derniers mois (12,5%), Les réparateurs étaient plus affectés par réveil suite à une sensation d'oppression thoracique au cours des 12 derniers mois (20,9%), réveil dû à une crise d'essoufflement (13,4%), par un réveil dû à une crise de la toux au cours des 12 derniers mois (44,8%) et par la toux grasse se manifestant dans la journée ou la nuit (35,8%). Les recycleurs étaient plus affectés par de la toux grasse se manifestant dans la journée ou la nuit (38,9%) et par de la toux se manifestant habituellement le reste de la journée ou la nuit (47,2%). Hautemaniere et al. Rapportent en 2011 que 15% des cas d'asthme chez l'adulte en France, sont attribuables à l'exposition professionnelle et se manifeste par un syndrome obstructif avec respiration sifflante, sensation d'oppression thoracique, crise d'essoufflement au repos ou à la suite d'une

course ou d'un exercice, crise de toux, ou toux grasse [17].

Ceux qui effectuaient le retrait du revêtement des fils électroniques (OR[IC_{95%}]=25,93[2,30;291,53], avaient perdu du poids récemment (OR[IC_{95%}]=7,43[1,68 ; 32,85]), ou qui se lavaient rarement les mains au savon après avoir été aux toilettes (OR[IC_{95%}]=11,50[2,07 ; 63,89]): avaient un risque plus élevé de souffrir de problèmes respiratoires que les autres facteurs.

Comparativement, Grant et al. [6] et Zeng et al., [16] rapportent respectivement que l'exposition aux déchets électroniques est nocive pour la santé, en particulier chez les femmes enceintes et les enfants. De plus, la collecte de métaux, est associée à une augmentation des niveaux de plomb chez les plus jeunes enfants travaillant sur le site de D3E [6,16].

CONCLUSION

La réparation de l'électronique, la collecte de D3E, l'achat ou vente de D3E était les activités prédominantes. Nos résultats ont permis d'observer une association positive et significative entre les problèmes respiratoires et le retrait du revêtement des fils électroniques, la perte de poids récente en dehors d'un régime et la rareté du lavage des mains à l'eau et au savon après avoir été aux toilettes. Les résultats obtenus pourront servir pour développer des campagnes de sensibilisation et des stratégies efficaces pour la réduction de l'impact de la pollution liée aux D3E sur la santé respiratoire des populations.

RÉFÉRENCES

1. Marinello, Samuele, et Rita Gamberini. 2021. « Multi-Criteria Decision Making Approaches Applied to Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A Comprehensive Literature Review ». *Toxics* 9 (1): 13. <https://doi.org/10.3390/toxics9010013>.
2. Prakash S, Manhart A, Amoyaw-Osei Y, Agyekum O. Socio-economic Assessment and Feasibility Study on Sustainable E-waste Management in Ghana. 2010. 118p.
3. Secrétariat de la Convention de Bâle (SCB). DEEE en Afrique : Etat des lieux ; résultats du programme E-waste Africa de la convention de Bâle. Genève, Suisse : Secrétariat de la Convention de Bâle. 2012: 52.
4. Tsai, Wen-Tien. 2020. « Recycling Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) and the Management of Its Toxic Substances in Taiwan—A Case Study ». *Toxics* 8 (3): 48. <https://doi.org/10.3390/toxics8030048>.
5. Dieng D, Diop C, El Hadji Sonko M, Gning JB, Djitte M, Gassama C. Les déchets électroniques et informatiques en Afrique, Int J BiolChemSci. 2017; 11(5) : 2393-2407.

6. Grant K, Goldizen FC, Sly PD, Brune MN, Neira M, van den Berg M, Norman RE. Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. *Lancet Glob Health*. 2013 Dec ;1(6): e350-61.
7. Rachid, I.R. Etude sur la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) à Ouagadougou, Burkina Faso. [Mémoire]. Ouagadougou : Université de Ouagadougou ; 2018: 80.
8. Caravanos J, Clarke EE, Osei CS, Amoyaw-Osei Y. Exploratory health assessment of chemical exposures at e-waste recycling and scrapyards facility in Ghana. *J. Heal. Pollut*. 2013 ; 3 :11-22.
9. Wittsiepe J, Fobil JN, Till H, Burchard G-D, Wilhelm M, Feldt T. Levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans (PCDD/Fs) and biphenyls (PCBs) in blood
10. Diop C, Thioune R. 2014. Les déchets électroniques et informatiques en Afrique, défis et opportunités pour un développement durable au Bénin, au Mali et au Sénégal. Editions Karthala, 198p.
11. Wone S, Rochat D. Rapport technique de l'état des lieux de la gestion des e-déchets au Sénégal. Dakar, Sénégal. 2009: 55.
12. Messou A, Rochat D. Rapport technique d'étude de diagnostic sur la gestion des DEEE en Côte d'Ivoire. Abidjan, Côte d'Ivoire : CEECA International. 2011: 58.
13. Nuwematsiko, Rebecca, Frederick Oporia, Juliet Nabirye, Abdullah Ali Halage, David Musoke, et Esther Buregyeya. 2021. « Knowledge, Perceptions, and Practices of Electronic Waste Management among Consumers in Kampala, Uganda ». *Journal of Environmental and Public Health* 2021 (février): 3846428.
<https://doi.org/10.1155/2021/3846428>.
14. Asante KA, Agusa T, Biney CA, Agyekum WA, Bello M, Otsuka M et al, 2012. Multi-trace element levels and arsenic speciation in urine of e-waste recycling workers from Agbogboshie, Accra in Ghana. *Sci. Total Environ*; 424 :63-73.
15. Feldt T, Fobil JN, Wittsiepe J, Wilhelm M, Till H, Zoufaly A. High levels of PAH-metabolites in urine of e-waste recycling workers from Agbogboshie, Ghana. *Sci. Total Environ*. 2014 ;466-467 :369-376.
16. Zeng X, Xu X, Boezen HM, Huo X. Children with health impairments by heavy metals in an e-waste recycling area. *Chemosphere*, 2016;148 :408-15
17. Hautemaniere A, Remen T, Mathieu L, Deloge-Abarkan M, Hartemann P, Zmirou-Navier D. Pontiac fever among retirement home nurses associated with airborne legionella. *Journal of Hospital Infection*, 2011;78(4):269-73