

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE	3
I. Déchets d'équipements électriques et électroniques.....	4
1. Eléments de définition.....	4
2. Typologie	4
3. Production	5
II. LÉGISLATION SUR LES DEEE ET TRAFICS ILLÉGAUX	6
1. Législation.....	6
2. Trafic illégal des DEEE.....	7
III. COMPOSANTS ET SUBSTANCES DANGEREUSES DANS LES DEEE	8
1. Composants contenant du mercure	9
2. Les Batteries	9
3. Cartes de circuits imprimés (printed circuit board : PCB).....	9
4. Tube à rayons cathodiques (Cathode Ray Tube : CRT).....	10
5. Écrans à cristaux liquides (liquid crystal display LCD).....	10
6. Plastiques contenant des RFB et plastiques en chlorure de polyvinyle (PVC), dans l'isolant métallique	10
7. Câbles et câblage	11
IV. TRAITEMENT DES DEEE.....	11
V. CONSÉQUENCES LIÉES DE LA MANIPULATION DES DEEE	13
1. Pollution environnementale.....	13
2. Exposition en milieu professionnel	14
a. Sources et voies d'exposition	14
b. Risques sanitaires	15
DEUXIÈME PARTIE : PARTIE EXPÉRIMENTALE	18
I. CADRE D'ÉTUDE.....	19
II. OBJECTIFS D'ÉTUDE	19
1. Objectif général	19
2. Objectifs spécifiques	19
III. MATERIEL ET METHODE	20
1. Matériels.....	20
2. Méthodes	21
a. Echantillonnage	21
□ Population d'étude.....	21

□ Sol	22
b. Caractérisation chimique des sols.....	22
c. Évaluation de la fonction respiratoire.....	23
d. Statistiques et analyse des données	24
IV. RESULTATS	25
1. Caractéristiques démographiques.....	25
2. Caractérisation des sols	26
3. Conditions de travail	27
a. Pratiques lors du traitement des D3E	27
b. Équipements de travail	29
4. Santé respiratoire.....	31
V. DISCUSSION	35
CONCLUSION RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	39
RÉFÉRENCES.....	x
ANNEXE I	xiv
ANNEXE II.....	xxxiv
ANNEXE III	xxxvi

Liste des tableaux

Tableau I : Classification des D3E suivant la directive européenne 2012/19/UE.....	5
Tableau II : Principaux composants et substances dangereuses retrouvés couramment dans les DEEE	8
Tableau III : Sources d'exposition et voies de pénétration des composants des déchets électroniques	14
Tableau IV : Différentes études réalisées en Afrique établissant une corrélation entre les niveaux analytiques des Substances toxiques inorganiques et organiques liées aux DEEE et les effets sanitaires	16
Tableau V : Caractéristiques Sociodémographiques.....	25
Tableau VI : Caractérisation chimique des sols par le spectromètre Niton™ Analyseur XRF portatif XL2.....	27
Tableau VII : Evaluation générale de la santé respiratoire.....	32
Tableau VIII : Rapport de cotes (OR ; 95 % IC) du tabagisme.....	34

Liste des figures

Figure 1 : Spiromètre portable model <i>Spirobank</i>	20
Figure 2 : Turbines réutilisables <i>Model Mir</i>	20
Figure 3 : Ventoline	20
Figure 4 : Chambre à vide	20
Figure 5 : Embouts réutilisables	21
Figure 6 : Un pince nez	21
Figure 7 : Un pèse personne	21
Figure 8 : Un spectromètre <i>XRF portable</i>	21
Figure 9 : localisation des zones de prélèvement	22
Figure 10 : site de réparation tv, radio,	28
Figure 11 : réparation de moteurs	28
Figure 12 : Récupération et Collecte des DEEE	28
Figure 13 : DEEE démantelés	29
Figure 14 : Port des différents types d'équipement de protection individuelle (EPI) ADIE ..	30
Figure 15 : Équipements de Protection individuelle (EPI) ADIE.....	30
Figure 16 : Port des différents types d'équipement de protection individuelle (EPI) secteur informel.....	30
Figure 17 : Équipements de Protection individuelle (EPI) secteur informels.....	31

Sigles et Abréviations

ADEME : Agence De l’Environnement et de la Maîtrise de l’Energie

Ag: Argent

Al : Aluminium

AMA : Accra Metropolitan Assembly (Assemblée métropolitaine d'Accra)

As : Arsenic

Ba: Baryum

BAN : Basel Action Network

Be: Béryllium

Bi: bismuth

BPC : Biphenyle polychloré

Cd : Cadmium

CE : Conformité Européenne

CNIID : Centre national d’information indépendante sur les déchets

Co: Cobalt

Cr : Chrome

CRT : Cathode Ray Tube (Tube à rayons cathodiques)

Cs: Césium

Cu: cuivre

DL-PCB : biphenyles polychlorés de type dioxine

EEE : Équipements électriques et électroniques

EPI : Equipement de Protection Individuelle

Fer : Fe

Ga: Gallium

Hab : Habitant

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Hg : Mercure

Kg : Kilogramme

LCD : Liquid Crystal Display (Écrans à cristaux liquides)

Mn: Manganèse

Mo: Molybdène

Mt : millions de tonnes métriques

Ni : Nikel

NiMeH : Nickel Métal Hydrure

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques

Pb : Plomb

PBBs : Biphenyles polybromés

PBDD : Dibenzo-p-dioxines polybromées

PBDEs : Diphenyléthers polybromés

PBDF : Polychlorodibenzofuranes (Dibenzofuranes polybromés)

PCB : printed circuit board (Cartes de circuits imprimés)

PCDD / Fs : PPolychlorés dibenzo-p-dioxines / furanes

PCDD : Polychlorodibenzo-p-dioxines (Dibenzo-p-dioxines polychlorées)

PCDF : Dibenzofuranes polychlorés

PED : Pays en Développement

POPs : Polluants Organiques Persistants

REP : « responsabilité élargie du producteur »

RFB : Retardateurs De Flamme Bromés

RoHS : Restriction of Hazardous Substances

Sb: Antimoine

Sr: Strontium

StEP : Solving the e-waste problem

TBBP-A : Tétrabromobisphénol-A

UE : Union Européen

V: Vanadium

Zn: Zinc

INTRODUCTION

L'avancée technologique se développant à un rythme effréné, la nécessité pour la population mondiale à s'équiper de nouveaux gadgets et d'être connectée en permanence à l'internet, et aux différents réseaux sociaux, engendre l'arrivée massive sur le marché de nouveaux équipements électriques et électroniques (EEE). Cependant, l'innovation rapide des technologies ainsi que leurs prix abordables poussent les consommateurs à remplacer leurs appareils prématurément. Un autre phénomène bien connu, celui de «l'obsolescence programmée» est une stratégie industrielle qui vise à programmer une durée de vie limitée aux produits dans le but d'augmenter la fréquence de leur remplacement. Ainsi, entre 14 et 20 millions d'ordinateurs sont jetés chaque année aux États-Unis. Ces EEE deviennent alors des déchets appelés communément des DEEE ou D3E ; ou e-déchets (déchets d'équipements électriques et électroniques) [1]. La quantité et le type de déchets que nous produisons sont alors le reflet de notre mode de consommation, qui traduit une logique économique linéaire basée sur la consommation. La production de ces déchets ne cesse alors d'augmenter [2].

Les déchets électroniques sont mondialement reconnus comme une ressource en raison du potentiel de récupération de matériaux précieux, notamment le fer, l'aluminium, le cuivre, l'or, l'argent et les métaux des terres rares [3]. Au niveau macroéconomique, ces métaux peuvent être récupérés et recyclés, favorisant ainsi une source secondaire de matières premières. Ce qui a pour avantage de réduire la pression sur les ressources naturelles rares et qui contribue à minimiser l'empreinte écologique globale. Malheureusement, ces DEEE contiennent également des métaux lourds (mercure, plomb...) et des perturbateurs endocriniens (comme les retardateurs de flammes bromés, par exemple). En outre, les opérations de «recyclage», de «démontage» et «d'élimination» des DEEE, si elles ne sont pas correctement réalisées, sont extrêmement nocives pour l'environnement et la santé publique [4]. Des études ont montré que l'exposition au mélange de produits chimiques émis lors du traitement des déchets électroniques est nocive pour la santé humaine et induit des effets indésirables (maladies de la peau, sous-développement du cerveau chez les enfants [5], dommages au système nerveux, dysfonctionnement du rein, problèmes respiratoires, une perturbation endocrinienne, etc). Nous notons également des effets défavorables à la grossesse et à l'accouchement, ainsi qu'à la transmission par la mère à l'enfant, etc [6-8]

Environ 80% des déchets électroniques générés dans le monde sont recyclés dans des environnements informels ; dans des pays en développement (PED) tels que le Nigéria, le Ghana, la Chine, l'Inde, etc. Au Sénégal, la croissance économique estimée à 6,4% en 2015, selon le ministère des Finances, se traduira alors par une augmentation de sa production de déchets électroniques. Les informations sur le niveau de développement du pays expliquent sa dépendance vis-à-vis des pays développés pour l'acquisition de matériels électriques et électroniques. Le secteur informel occupe une part importante des activités commerciales et économiques du pays [9]. Ce recyclage informel des DEEE se réfère aux pratiques mal réglementées, qui ont généralement lieu soit dans des ateliers dispersés ou arrière - cours domestiques en milieu urbain/banlieue, dans le but principal de récupération de métaux précieux tels que l'argent et l'or. Pour ce faire, les appareils sont généralement démontés manuellement pour séparer les composants précieux, de taille réduite, puis soumis à un traitement de base pour libérer des matériaux précieux. Différentes méthodes de traitement peuvent être appliquées, mais les plus fréquemment signalées sont la lixiviation acide et le brûlage à ciel ouvert. Étant donné que tous ces processus sont exécutés dans des conditions non contrôlées, ils peuvent entraîner des émissions environnementales qui, à leur tour, peuvent poser des risques graves pour la santé humaine des opérateurs et du grand public à proximité [10].

Compte tenu des risques environnementaux et sanitaires que représente le système de gestion actuel des DEEE, plus particulièrement dans le secteur informel, il semble donc judicieux, voire nécessaire, d'évaluer le niveau d'exposition des travailleurs afin de réduire les risques liés à la manipulation des DEEE avec des campagnes de sensibilisation.

Ce travail sera présenté en deux parties : une première partie consacrée à la bibliographie et une seconde partie relative à la méthodologie et aux résultats obtenus.

PREMIERE PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE

I. Déchets d'équipements électriques et électroniques

1. Eléments de définition

Un Équipement Électrique et Électronique (EEE) est un équipement dont le fonctionnement se fait en utilisant l'énergie électrique, un champ électromagnétique, ou un équipement de production, de transfert ou de mesure de ces courants et champs, conçu pour être utilisé à une tension ne dépassant pas 1 000 volts en courant alternatif et 1 500 volts en courant continu. Ce terme regroupe donc un grand nombre d'appareils aux dimensions et poids très variés : machine à laver, téléphone portable, télévision, perceuse, distributeur automatique, thermomètre électronique, lampe, outil d'analyse, etc. [11]. En fin de vie, ces appareils constituent les déchets électroniques, également appelés déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE ou D3E) ou e-déchets [4].

Les textes juridiques et politiques du monde entier ont introduit des centaines de définitions des déchets électroniques afin d'attribuer des responsabilités liées au financement nécessaire des programmes de « reprise » et au financement des processus de traitement et de valorisation. La définition la plus pragmatique fournie par l'initiative internationale « Résoudre le problème des déchets électroniques » de l'anglais « Solving the e-waste problem » (StEP) est : « Les déchets électroniques sont un terme utilisé pour couvrir tous les Équipements Électriques et Électroniques (EEE) et leurs pièces qui ont été jetées par son propriétaire comme déchet sans intention de réutilisation » [12].

2. Typologie

Les DEEE se partagent à parts égales entre déchets électriques (20 % de réfrigérateurs et 30 % d'autres équipements électroménagers) et déchets électroniques (10 % de téléviseurs, 25 % d'ordinateurs et matériels connexes et téléphones, 15 % de matériels hifi) [13].

Ils sont classés en différentes catégories (Tableau I) :

Tableau I : Classification des D3E suivant la directive européenne 2012/19/UE.

Catégories	Eléments
Gros appareils électroménagers	Machines à laver, cuisinières, réfrigérateurs, etc.
Petits appareils ménagers	Sèche-cheveux, grille-pain, etc.
Informatique et télécommunications	Ordinateurs, calculatrices, téléphones portables, etc.
Équipement de consommation	Télévisions, stéréo, radio, etc.
Matériel d'éclairage	Lampes
Outils électriques et électroniques	Machines à coudre, perceuses, scies, etc.
Jouets, loisirs et équipements sportifs	Jeux vidéo, trains miniatures, etc.
Dispositifs médicaux	Matériel de radiologie, ventilateurs, etc.
Instruments de surveillance et de contrôle	Panneaux de contrôle, thermostats, détecteurs de fumée

3. Production

La course à l'innovation, les changements de technologies, la mise sur le marché de nouveaux gadgets électroniques sont des facteurs qui favorisent l'acquisition d'équipements récents pour répondre à la mode [2].

Environ 44,7 millions de tonnes métriques (Mt), soit l'équivalent de 6,1 kilogrammes par habitant (kg/hab.) de DEEE ont été produits en 2016, contre 5,8 kg/hab en 2014. Selon des études, cette quantité de déchets devrait passer à 52,2 Mt (6,8 kg/hab.) d'ici 2021 [14]. Les régions les plus productrices de déchets étaient l'Asie (18,2 Mt), suivie par l'Europe (12,3 Mt) et les États-Unis (11,3 Mt). L'Afrique et l'Océanie terminaient au bas du tableau avec respectivement 2,2 Mt et 0,7 Mt [14].

Selon l'organisme écologique américain Basel Action Network (BAN), plus de 50 à 80 % des déchets électroniques collectés pour le recyclage en Amérique n'y sont pas recyclés, mais sont embarqués dans des conteneurs en direction des pays pauvres. Puckett et Smith [15] confirment cette information en décrivant le fait qu'une grande partie des EEE usagés puis transférés dans les PED sous l'intitulé de matériel de « seconde main » sont des équipements dont il n'y a rien

à en tirer. Ils sont en effet majoritairement constitués des DEEE inutilisables qui finiront dans une décharge à ciel ouvert. Cette réalité est bien perceptible dans plusieurs villes, avec l'exemple de Douala qui, en plus d'être la capitale économique du Cameroun, dispose d'un port fluvial favorable à l'afflux des EEE d'occasion proche de la fin de vie, donc de potentiels DEEE [16].

Afin de limiter les effets nocifs en matière de santé publique de la production, de la gestion, des mouvements transfrontaliers et du traitement des déchets dangereux, plusieurs conventions internationales ont été signées et des directives ont été élaborées.

II. LÉGISLATION SUR LES DEEE ET TRAFICS ILLÉGAUX

1. Législation

Au niveau international :

La convention de Bâle de 1989, entrée en vigueur en 1992, ratifiée aujourd'hui par 183 pays vise à contrôler les mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et leur élimination. Elle vise, surtout, à éviter le transfert de ces déchets des Pays développés vers ceux en Développement. Pour appuyer cette convention, la décision adoptée le 30 mars 1992 par l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (**OCDE**) qui reprend les dispositions de la Convention de Bâle et tente également d'optimiser la traçabilité entre tous les États membres [17].

La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs), entrée en vigueur le 17 Mai 2004, s'occupe aussi d'un plan de la problématique des DEEE. En effet, plusieurs POPs sont utilisés pour la confection de certains appareils électroniques par les industries. Nous pouvons ainsi retrouver du polychlorobiphényle dans les transformateurs électriques. Le but de la Convention est d'éviter à l'environnement et à la santé humaine toutes les conséquences potentielles et néfastes des polluants organiques persistants possédant des caractéristiques toxiques. Ces "POP" ont la particularité de résister à la dégradation biologique, de s'accumuler dans les êtres vivants et de se répandre facilement sur de longues distances par l'air et l'eau. Lorsque des éléments possèdent des produits chimiques identifiés par la Convention, ceux-ci doivent être éliminés de manière écologique et rationnelle lorsqu'ils deviennent des déchets [1].

Convention de Bamako de 1991 est entrée en vigueur en 1996 et est relative à l'interdiction des importations de déchets dangereux et au contrôle de leurs mouvements transfrontaliers en Afrique. C'est une adaptation de la Convention de Bâle. [13].

Au niveau européen

Plusieurs directives ont ainsi été élaborées afin de contrôler la gestion de ces déchets.

La directive 2002/96/CE, dite « directive DEEE » du 27 janvier 2003 avait pour objectif prioritaire « la prévention des DEEE ». Elle imposait ainsi leur collecte sélective et leur traitement ainsi que celles des substances dangereuses qu'ils contenaient. Elle préconise également la réutilisation, le recyclage et la valorisation de ces déchets [2002/96/CE, 2003] [18].

La directive européenne 2002/95/CE RoHS (Restriction of Hazardous Substances) du 27 janvier 2003, vise à restreindre, voire à interdire l'utilisation de substances dangereuses dans les EEE, notamment certains retardateurs de flamme tels que le PBB et le PBDE [2002/95/CE, 2003]. Elle a pour objectif d'obliger au remplacement de ces substances par des produits plus respectueux de l'environnement tout en garantissant au moins le même niveau de protection du consommateur[18].

En plus d'avoir ratifié les conventions de Bamako et de Bâle, le Sénégal a impliqué la gestion des DEEE dans ses textes à travers **la LOI N° 2001-01 DU 15 janvier 2001 portant sur le code de l'environnement**.

Malgré ces dispositions, une grande partie des DEEE sont exportés, souvent illégalement, des pays développés vers les pays en développement [13].

2. Trafic illégal des DEEE

D'après le Centre national d'information indépendante sur les déchets (CNIID), 23 000 tonnes de déchets électroniques auraient été exportées illégalement en Asie (Chine, Inde, Pakistan) et en Afrique de l'Ouest en 2003 [19].

Dans l'étude de la Basel Action Network (BAN) en 2005, il a été souligné qu'il y avait eu une augmentation des importations de déchets électroniques vers les pays africains comme par le biais de Lagos au Nigéria. La chaîne des déchets électroniques en Afrique a commencé dans un port à conteneurs appelé Apapa [20].

III. COMPOSANTS ET SUBSTANCES DANGEREUSES DANS LES DEEE

Les EEE peuvent contenir un grand nombre de substances dangereuses, notamment des métaux lourds, des retardateurs de flamme telle que les pentabromophénols, les éthers diphényliques polybromés (PBDE), le tétrabromobisphénol-A (TBBPA), etc. En raison de la présence de ces substances, ils sont considérés comme des déchets dangereux qui, s'ils sont mal gérés, peuvent poser des risques importants pour la santé humaine et l'environnement. Les composants suivants (tableau II) sont considérés comme les plus dangereux [21].

Tableau II : Principaux composants et substances dangereuses retrouvés couramment dans les DEEE [21].

Types d'équipements	Composants	Substances préoccupantes
Anciens téléviseurs Moniteurs PC Oscilloscopes	Tubes à rayons cathodiques	Pb dans un verre conique Ba dans un canon à électron Cd dans les luminophores
Omniprésent dans les PC	Cartes de circuits imprimées	Pb, Sb dans la soudure Cd, Be dans les contacts Hg dans commutateurs BFRs dans le plastique
Appareils portables	Batteries	Cd batteries à Ni-Cd Pb batteries au plomb acide Hg, batterie à Hg
Rétroéclairage des écrans LCD	Lampes à décharge de gaz	Hg dans les luminophores
Isolation des fils Boîtier en plastique Circuit imprimé	Plastiques	PVC BFRs

1. Composants contenant du mercure

Le mercure est utilisé dans les relais (utilisés dans les circuits imprimés de télécommunications, les cuisinières électriques commerciales ou industrielles et autres équipements) et les commutateurs (utilisés dans une variété de produits grand public, commerciaux et industriels, y compris les appareils, les radiateurs, les fours, unités de traitement d'air, systèmes de sécurité, dispositifs de mise à niveau et pompes), batteries et lampes à décharge de gaz (utilisées pour le rétroéclairage des écrans à cristaux liquides dans une large gamme d'équipements électroniques, y compris les ordinateurs, les téléviseurs à écran plat, les caméras, les caméscopes, les caisses enregistreuses, projecteurs numériques, copieurs et télécopieurs) [21].

2. Les Batteries

Les batteries rechargeables comprennent du nickel cadmium (Ni – Cd), du nickel métal hydrure (NiMeH), des batteries au lithium-ion et au plomb sont couramment utilisées dans les ordinateurs portables, les téléphones portables, les caméras vidéo, les outils électriques portables, etc. [21].

3. Cartes de circuits imprimés (printed circuit board : PCB)

Les PCB contiennent un certain nombre de substances préoccupantes. Ce sont le plomb (dans la soudure), l'antimoine (dans la soudure), le beryllium (dans les connecteurs), le cadmium (dans les contacts et les interrupteurs), les retardateurs de flamme bromés RFB (dans les plastiques), etc. Les RFB utilisés dans les PCB sont le TBBPA et les PBDE. Outre des substances dangereuses, les PCB contiennent une quantité substantielle de cuivre et de précieuses concentrations d'or, d'argent et de palladium. Des dispositifs à semi-conducteurs individuels, tels que des relais et commutateurs au mercure, des condensateurs et des diodes électroluminescentes, peuvent également être présents dans les PCB, c'est-à-dire attachés aux cartes [21].

4. Tube à rayons cathodiques (Cathode Ray Tube : CRT)

Les CRT contiennent la plus grande quantité de toutes les substances préoccupantes dans les ordinateurs de bureau et les téléviseurs plus anciens. Un tube cathodique polychrome plus ancien contient 2 à 3 kg de Pb, tandis qu'un tube plus récent ne contient généralement pas plus de 1 kg de Pb. L'intérieur du panneau CRT est recouvert de luminophores fluorescents composés de Cd, de Zn et de métaux rares. Le canon à électrons du CRT contient une petite plaque getter, pesant environ 1 à 2 g, cadre y compris, et supporte le baryum et les composés de baryum (OCDE, 2003) [21].

5. Écrans à cristaux liquides (liquid crystal display LCD)

Les LCD sont utilisés dans une grande variété d'applications. Les cristaux liquides sont intégrés entre de fines couches de verre et des éléments de commande électriques. Un écran de téléphone portable peut contenir environ 0,5 mg de cristaux liquides, un écran d'ordinateur portable environ 0,5 g. Les cristaux liquides disponibles dans le commerce sont des mélanges de 10 à 20 substances qui appartiennent aux groupes des phénylcyclohexanes substitués, des alkylbenzènes et des cyclohexylbenzènes. Environ 250 substances sont utilisées pour formuler plus d'un millier de cristaux liquides commercialisés. Ces substances contiennent de l'oxygène, du fluor, de l'hydrogène et du carbone [21].

6. Plastiques contenant des RFB et plastiques en chlorure de polyvinyle (PVC), dans l'isolant métallique

Les plastiques constituent un composant important des déchets électroniques en poids, 30% environ. Le PVC est l'un des polymères les plus utilisés dans les EEE, souvent comme revêtement isolant sur les fils et les câbles. Le motif de préoccupation est la présence de chlore dans le PVC et, par conséquent, le potentiel de production de dibenzo-p-dioxines et furannes polychlorés (PCDD / F) pendant la combustion incontrôlée. Des inquiétudes ont également été exprimées au sujet de l'utilisation de métaux, en particulier du cadmium, comme stabilisants et phtalates comme plastifiants dans le PVC.

Les RFB sont un autre groupe d'additifs chimiques utilisés non seulement dans le PVC mais aussi dans d'autres types de plastiques. Ils sont utilisés pour réduire l'inflammabilité des

produits commerciaux et se trouvent dans les PCB, les câbles, les couvercles en plastique des ordinateurs et des téléviseurs et d'autres produits. Deux principales familles de RFB ont été utilisées dans les EEE. La première est celle des PBDE, qui sont principalement utilisés dans les armoires. La deuxième est constituée des composés phénoliques, qui comprennent le TBBPA, utilisé principalement dans les PCB [21].

7. Câbles et câblage

Le développement rapide et l'accès aux EEE sont associés à l'augmentation de la production de câbles et de fils. Cependant, le recyclage des câbles et des fils, en raison de leur taille variable et de leurs diverses applications, est particulièrement difficile. La structure des câbles et des fils est indépendante de leur fonction : un noyau métallique conducteur pour la transmission de l'électricité et des données généralement en cuivre de haute pureté, une couche isolante et une couche de protection contenant un retardateur de flamme [10].

IV. TRAITEMENT DES DEEE

La plupart des politiques et des législations font aujourd'hui référence au principe de la « responsabilité élargie du producteur » (REP), qui a fait son apparition dans les cercles académiques au début des années 1990.

Ce principe consiste pour l'essentiel à faire supporter aux fabricants la responsabilité de toutes les étapes du cycle de vie d'un produit, y compris la gestion en fin de vie.

La REP vise trois grands objectifs :

- Les fabricants doivent être incités à améliorer la conception environnementale de leurs produits et la performance environnementale de l'approvisionnement de ces produits.
- Les produits devraient atteindre un taux élevé d'utilisation.
- Les matériaux devraient être préservés grâce à des procédés de collecte, de traitement, de réutilisation et de recyclage efficaces et respectueux de l'environnement [14].

Contrairement au secteur formel, le recyclage informel des déchets est entrepris sans le soutien financier du gouvernement. À l'instar de la gestion formelle des déchets, le secteur informel

comprend des acteurs aux différentes étapes du recyclage des déchets. Les récupérateurs constituent la base du secteur informel des déchets et appartiennent généralement à des groupes sociaux pauvres, défavorisés, vulnérables et/ou marginalisés [22]. Les systèmes de recyclage informel se caractérisent par de faibles niveaux d'organisation, de technologie et de capital, ainsi que par le non-respect des règles et réglementations relatives à la fiscalité, au salaire minimum, à la sécurité des travailleurs et à la protection de l'environnement. Ainsi l'activité de gestion des déchets DEEE est contrôlée par des collecteurs et recycleurs informels prospères, alors que les systèmes de reprise et les infrastructures modernes de recyclage sont inexistantes, voire très limitées. Le contrôle du gouvernement sur ce secteur est aujourd'hui peu présent et inefficace. Le traitement des déchets électroniques consiste en l'état à démonter manuellement les cartes électroniques pour les revendre, à brûler les câbles à ciel ouvert pour récupérer quelques composants essentiels (cuivre, aluminium, fer) et à déposer d'autres composants en vrac, comme les écrans cathodiques, dans des décharges publiques [14].

Au Ghana, au Nigéria et au Maroc, le recyclage des déchets électroniques a souvent lieu directement sur un sol non fortifié qui libère des substances nocives directement dans le sol. La mousse isolante des réfrigérateurs démontés (principalement le polyuréthane), les tubes cathodiques, les pastilles en plastique et les vieux pneus de voiture sont les principaux combustibles utilisés pour les incendies, contribuant aux risques chimiques aigus et à la contamination à plus long terme sur les sites de combustion. Les produits chimiques contenus dans ces déchets peuvent s'accumuler dans l'eau, le sol et la végétation environnante et les niveaux toxiques et génotoxiques peuvent induire des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine [23].

V. CONSÉQUENCES LIÉES DE LA MANIPULATION DES DEEE

1. Pollution environnementale

Les méthodes brutes avec une protection environnementale insuffisante peuvent générer des polluants secondaires. La pollution de l'environnement due au recyclage informel des déchets est diverse en termes de substances toxiques et de niveaux d'exposition, contaminant l'air, l'eau et le sol. La contamination est répandue et peut atteindre des niveaux extrêmement élevés à proximité des sites de recyclage informel. Les métaux lourds toxiques, par exemple, le plomb et le chrome, et les polluants organiques persistants, notamment les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les RFB, sont des contaminants courants [22].

La plupart des substances toxiques liées aux DEEE sont persistantes (excrétion lente / taux métabolique) et peuvent donc se bioaccumuler dans les organismes vivants (les animaux au pâturage et les humains) ainsi que se bioamplifier dans la chaîne alimentaire (les poissons). De plus, la bioaccumulation entraîne la présence de plusieurs substances toxiques dans le même organisme, avec des effets de mélange potentiels (additivité / potentialisation) [23].

À Agbogbloshie (Accra) les effets dangereux sur l'environnement sont dus au fonctionnement de survie d'une industrie de recyclage informel et à petite échelle qui est privé de capital et fonctionne sans surveillance. La plaque tournante des déchets électroniques et les marchés alimentaires, ont tous augmenté en taille et en densité au cours de la dernière décennie, laissant le voisinage parsemé de restes d'anciens appareils électroniques, des marchandises, de la poussière et des cendres, ainsi que du bois et des métaux brisés provenant des démolitions de taudis. Les déchets laissés dans les champs et les plans d'eau à proximité sont ingérés par les animaux et la vie marine, créant ainsi des points d'entrée de toxines dans le système écologique. La densité résidentielle élevée et le traitement des déchets électroniques à proximité des marchés alimentaires ne font qu'augmenter le degré d'exposition des systèmes humains-environnementaux [24].

2. Exposition en milieu professionnel

a. Sources et voies d'exposition

Les voies d'exposition peuvent varier en fonction de la substance et du processus de recyclage (tableau III). En règle générale, l'exposition aux composants dangereux des déchets électroniques est plus susceptible de se produire par inhalation, ingestion et contact cutané. En plus de l'exposition professionnelle directe (formelle ou informelle), les personnes peuvent entrer en contact avec les déchets électroniques et les polluants associés, par contact avec le sol contaminé, la poussière, l'air, l'eau et les sources de nourriture, y compris la viande [8].

Tableau III : Sources d'exposition et voies de pénétration des composants des déchets électroniques : [8].

	Composant d'EEE	Source d'exposition écologique	Voies de pénétration
Polluants organiques persistants			
Retardateur de flamme bromé polybromodiphényléthers (PBDE)	Retardateur de flamme pour équipement électronique	Air, poussière, aliments, eau et sol	Ingestion, inhalation et transplacentaire
polychlorobiphényles ou biphenyles polychlorés (BPC)	Fluides diélectriques, lubrifiants et liquides de refroidissement dans les générateurs, condensateurs et transformateurs, éclairage fluorescent, ventilateurs de plafond, lave-vaisselle et moteurs électriques	Air, poussière, terre et aliments (bioaccumulables dans le poisson et les fruits de mer)	Ingestion, inhalation ou contact cutané et transplacentaire
Métaux lourds			
Plomb	Cartes de circuits imprimés, tubes cathodiques, ampoules, téléviseurs (1,5–2,0 kg par moniteur) et piles	Air, poussière, eau et sol	Inhalation, ingestion et contact cutané
Chrome ou chrome hexavalent	Revêtements anticorrosion, bandes de données et disquettes	Air, poussière, eau et sol	Inhalation et ingestion

Cadmium	Interrupteurs, ressorts, connecteurs, cartes de circuits imprimés, batteries, détecteurs infrarouges, puces semi-conductrices, photocopieuses à encre ou à toner, tubes cathodiques et téléphones portables	Air, poussière, terre, eau et nourriture (en particulier riz et légumes)	Ingestion et inhalation
Mercure	Thermostats, capteurs, moniteurs, cellules, cartes de circuits imprimés et lampes fluorescentes à cathode froide (1 à 2 g par appareil)	Air, vapeur, eau, sol et aliments (bioaccumulables dans les poissons)	Inhalation, ingestion et contact cutané
Zinc	Tubes à rayons cathodiques et revêtements métalliques	Air, eau et sol	Ingestion et inhalation
Nickel	Piles	Air, sol, eau et nourriture (plantes)	Inhalation, ingestion, contact cutané et transplacentaire
Lithium	Piles	Air, sol, eau et nourriture (plantes)	Inhalation, ingestion et contact cutané
Baryum	Tubes à rayons cathodiques et lampes fluorescentes	Air, eau, sol et nourriture	Ingestion, inhalation et contact cutané
Béryllium	Boîtiers d'alimentation, ordinateurs, machines à rayons X, composants électroniques en céramique	Air, nourriture et eau	Inhalation, ingestion et transplacentaire

b. Risques sanitaires

L'exposition aux déchets électroniques est un processus complexe, car il existe de nombreuses voies et sources, différentes périodes d'exposition et les effets inhibiteurs, synergiques ou additifs possibles des produits chimiques. La variabilité de l'exposition peut provenir du type et de la quantité de déchets électroniques, de la longueur des antécédents de traitement sur les

sites, des méthodes et des emplacements des activités de traitement et de la vulnérabilité physiologique, en particulier chez les femmes enceintes et les enfants.

Que l'exposition soit directe ou indirecte, les effets sur la santé et l'environnement de nombreuses substances dangereuses individuelles souvent trouvées dans les déchets électroniques sont bien établis à partir d'études existantes [3]. Par exemple les études rapportées par [23] (tableau IV) présentent certains de ces effets.

Tableau IV : Différentes études réalisées en Afrique établissant une corrélation entre les niveaux analytiques des Substances toxiques inorganiques et organiques liées aux DEEE et les effets sanitaires [23]

	Pays	Toxiques inorganiques liés aux DEEE	Toxiques organiques liés aux DEEE	Effets sur la santé signalés
Matrices environnementales	Côte ouest-africaine, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Kenya, Nigéria, Afrique du Sud	Fe, Al, Zn, Cu, Pb, Co, Cd, Cr, Mn, Ba, Sn, V, As, Sb, Br, Cl, Hg.	BPC, PBDD, PBDF, DL-PCB PCDD, PAHS PBDE, Octa-BDE TBBP-A, PBB	Fonction thyroïdienne et reproductrice anormale, réduction de l'hormone gonadique, contusions pulmonaires et symptômes respiratoires, toux et douleurs thoraciques, maux de tête, troubles stomacales, fausses couches, et cancer
Matrices humaines	Ghana, Nigéria, Guinée-Bissau, Maroc	As, Cd, Cr, Hg, Fe, Ag, Al, Be, Co, Mn, Pb, Sb, V, Ga, Mo, Sr, Zn, Cs, Bi, Ba	BPC, PBDE, HBCDS, PCDD, PAH	<ul style="list-style-type: none"> – Réduction de l'hormone gonadique – épuisement de la réserve antioxydant – contusions pulmonaires et symptômes respiratoires -toux et douleurs thoraciques

La santé de nombreuses personnes, notamment celle des enfants, est affectée par la pollution résultant des déchets électroniques. Les substances dangereuses se déplacent des EEE jetés dans l'environnement où les gens sont exposés par l'air, l'eau, le sol et même la nourriture qu'ils mangent. Ainsi, la menace d'une dégradation de l'environnement est immédiate dans de nombreux endroits qui acceptent et traitent de manière informelle les déchets électroniques [3].

Moins structuré et incontrôlé, le recyclage informel de DEEE occasionne une pollution de l'environnement, avec lequel l'homme peut être en contact direct. Les substances dangereuses emmènent de ces DEEE sont très inquiétantes. L'évaluation du niveau d'exposition professionnel est nécessaire afin de prévenir des risques liés à la manipulation des DEEE.

DEUXIÈME PARTIE : PARTIE EXPÉRIMENTALE

I. CADRE D'ÉTUDE

Notre étude avait pour cadre d'étude la région de Dakar. Elle a porté sur l'ensemble des sites de collecte, de recyclages et/ou de démantèlement des DEEE de la région de Dakar. L'ensemble des activités étaient coordonnées depuis le Laboratoire de Toxicologie et d'Hydrologie (LTH) de la Faculté de Médecine, Pharmacie et d'Odontologie (FMPO) de l'Université Cheikh Anta Diop (UCAD) de Dakar (Sénégal).

II. OBJECTIFS D'ÉTUDE

1. Objectif général

L'objectif général de ce travail était d'évaluer les risques sanitaires liés à la manipulation des Déchets d'Équipements Electriques et Electroniques (DEEE) à Dakar.

2. Objectifs spécifiques

Afin d'atteindre notre objectif général, nous nous sommes fixés comme objectifs spécifique de :

- Déterminer le profil des manipulateurs de DEEE
- Caractériser le niveau de contamination des sols des sites
- Evaluer la santé respiratoire des manipulateurs de DEEE

III. MATERIEL ET METHODE

1. Matériels

Nous avons eu besoin du matériel suivant pour la réalisation de notre étude :

- Un questionnaire anonyme qui a été adressé à notre population d'étude (**Annexe I**)
- Un Spiromètre portable model ***Spirobank*** (**Figure 1**) mesurer les volumes et débits d'air lors de la respiration lente ou forcée afin de déceler d'éventuels troubles ventilatoires
- Deux turbines réutilisables ***Model Mir*** (**Figure 2**)
- Un bronchodilatateur de type **Ventoline** (**Figure 3**), qui permet une dilatation des bronches. Dans la deuxième partie de la spirométrie, il permettra de savoir si le sujet a une obstruction réversible ou non.
- Chambre à vide (**Figure 4**), combinée avec un embout pour l'utilisation de la ventoline
- Des embouts réutilisables (**Figure 5**)
- Un pince nez (**Figure 6**)
- Un pèse-personne (**Figure 7**)
- Un spectromètre **XRF portable** (**Figure 8**)



Figure 1 : Spiromètre portable Spirobank



Figure 2 : Turbines réutilisables Model Mir



Figure 3 : Bronchodillatateurs



Figure 4 : Chambre à vide



Figure 5 : Embout réutilisable



Figure 6 : Un pince nez



Figure 7 : Pèse-personnes



Figure 8 : Un spectromètre XRF portable

2. Méthodes

a. Echantillonnage

La sélection des sites et le recrutement se sont faits par la méthode de boule de neige. Cette méthode a été mise en place pour la première fois par Goodman en 1961. Il s'agit d'une forme de plan d'échantillonnage par dépistage de liens où l'on demande aux individus faisant partie de l'échantillon initial d'identifier des connaissances auxquelles on demande d'identifier d'autre à leur tour, et ainsi de suite [25]. Malgré le fait que cette méthode soit facile à mettre en œuvre, celle-ci ne garantit pas le fait que l'ensemble des répondants touchés représentent la diversité de la population ciblée. Ainsi elle permet de trouver des individus ayant des caractéristiques particulières, voire très précises.

➤ Population d'étude

- **Critères d'inclusion**
 - Être âgé d'au moins 15 ans et au plus 50 ans
 - Travailler dans un atelier de recyclage, un atelier de réparation ou une décharge
 - Avoir au moins un an d'expérience professionnelle dans l'emploi actuel
- **Ethique et mesures anthropométriques**

Après l'approbation numéro 039912019/CERTCAD du comité d'éthique de la recherche de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar, un consentement éclairé de tous les répondants a été obtenu après que le but et les objectifs de l'étude leur aient été bien expliqués. L'administration

du questionnaire s'est faite au cours d'entrevues semi-dirigées avec les manipulateurs, en français et en wolof.

➤ Sol

Les échantillons de sol ont été prélevés dans la région de Dakar au niveau de six zones (Mermoze, Plateau, Grand Dakar, Pikine, Guediawaye, Thiaroye). Ils ont été prélevés à une profondeur comprise entre 0-5cm. Des sous-échantillons de sols ont été collectés pour chaque zone ; ceux-ci ont été utilisés pour obtenir un composite sol/cendres/poussières représentatif pour chaque site. Après la collecte, les échantillons ont été transportés et conservés à -20°C au laboratoire de toxicologie et d'hydrologie de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar. Pour chaque site, les débris tels que les fils métalliques, les morceaux de pierres, l'herbe... ont été éliminés des sous-échantillons puis ceux-ci ont été mélangés et utilisés pour former les composites à analyser. La localisation des sites est présentée par la figure 9.



Figure 9 : Localisation des zones d'études

b. Caractérisation chimique des sols

Les sols des différents sites d'étude ont été caractérisés chimiquement. Des échantillons de sols ont été prélevés à une profondeur comprise entre 0-5cm. Pour chaque site, 5 sous-échantillons de sols ont été collectés et utilisés pour obtenir un composite sol/cendres/poussières

représentatif pour chaque site. Après la collecte de la matrice tellurique, les échantillons ont été transportés et conservés à 4 °C au laboratoire de toxicologie et d'hydrologie de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar. L'aspect macroscopique des sols a été étudié et la teneur des éléments chimiques présents a été évaluée. Les débris de fils métalliques, les morceaux de pierres, l'herbe, etc., ont été éliminés avant d'analyser.

Douze grammes de mélange ont été placés dans une cellule en plastique et scellés par un transparent film pour permettre la détection des rayons X fluorescence émise par l'échantillon.

Les concentrations des éléments présents dans les composites ont été mesurées à l'aide d'un spectromètre Niton™ Analyseur XRF portatif XL2. Il s'agissait d'un modèle Thermo Scientific™ semi-conducteur à haute performance, avec un tube à rayons X à anode en Ag, fonctionnant à 42 keV. Il permet de faire une analyse élémentaire non destructive de la plupart des alliages métalliques. Selon le type d'application, nous pouvons faire varier les modes de l'appareil : modes d'alliage (Alliage métallique, Alliage électronique, Métaux précieux), modes en vrac (Exploitation minière, Sol).

Nos échantillons ont été scannés à partir du mode sol du spectromètre qui dispose d'un algorithme de normalisation de la diffusion pour le sol. La durée du scan était de 60 s et les concentrations élémentaires ont été enregistrées. Les métaux Sb, Cr, Ni, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Cd et Pb sont les principaux éléments qui ont été recherchés. L'appareil avait été calibré en utilisation des échantillons de sol iso pour lesquels les concentrations de certains éléments étaient connues.

c. Évaluation de la fonction respiratoire

La spirométrie nous a permis d'établir un diagnostic différentiel entre la présence d'asthme, de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) et les syndromes restrictifs.

La fonction ventilatoire de nos sujets a été évaluée grâce à un enregistrement spirographie à l'aide d'un spiromètre portatif de type *Spirobank II Basic Medical International Research, Rome, Italy* (MIR). La capacité vitale lente a été mesurée ainsi que les débits bronchiques tels que : le volume expiratoire maximal seconde (VEMS), les débits expiratoires maximaux médians (DEM) ont été calculés à 75%, à 50%, à 25-75% et à 25% de la capacité vitale forcée (CVF). Ceci correspond respectivement aux DEM 75%, DEM50%, DEM25-75% et DEM 25%. La ventilation maximale minute (VMM) a également été appréciée. Le diagnostic du syndrome

restrictif à l'état basal a été posé sur la base d'une diminution de la capacité vitale lente (CVL) et du rapport VEMS/CVF supérieure à 95%. Quant à l'obstruction bronchique, elle a été diagnostiquée selon les critères de la Globale Initiative for Asthma 2020 (GINA) et de la Globale Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2020 (GOLD) [26, 27], c'est-à-dire, une diminution du VEMS de plus de 12%, un rapport de VEMS/CVF inférieur à 70% et une diminution de plus de 20% des autres débits bronchiques. Le test de réversibilité de l'obstruction bronchique a été également réalisé et il est considéré comme positif si les débits bronchiques s'amélioraient de plus de 20% après administration de bronchodilatateur.

d. Statistiques et analyse des données

Les données ont été analysées à l'aide de la version 24 du logiciel Statistical Packages for Social Sciences (SPSS).

En analyse univariée, les résultats ont été résumés par des statistiques descriptives et restitués sous forme de tableaux de distribution de fréquences et des moyennes simples avec les écarts-types. En analyse bivariée, quelques liens de dépendance ont été recherchés entre les variables liées à l'état de santé des manipulateurs et les autres variables à l'étude grâce aux tests t de Student et Chi². En analyse multivariée, le calcul de l'odds ratio et de son intervalle de confiance ont permis d'identifier les facteurs d'exposition liés à la survenue ou l'exacerbation des problèmes respiratoires chez les manipulateurs en tenant compte des potentiels facteurs de confusion tels que antécédents de maladies respiratoires, le sexe, l'âge, le tabagisme.

IV. RESULTATS

1. Caractéristiques démographiques

La population d'étude était constituée de 178 manipulateurs de D3E. L'âge moyen de notre population était de $36,91 \pm 10,78$ ans et les femmes représentaient 7,12% de la population, soit une sex-ratio de 44,5. Les ouvriers de cette catégorie professionnelle étaient à 58,4% mariés avec un taux de scolarisation de 78,1% et pour lesquels 38,2% se sont limités aux études primaires, 35,9% aux études secondaires et 3,95% ont pu faire des études universitaires (Tableau V).

La durée moyenne d'activité professionnelle de notre population était de 10 ans. Pour la réparation des appareils, l'électronique représentait 43,8% des activités quotidiennes, ce qui en faisait la principale activité. Elle était suivie respectivement de la collecte qui occupait 23,6% des activités, puis de l'achat-vente avec 16,3% et le démantèlement avec 12,4%. Le retrait du revêtement des fils et la collecte des cendres après le brûlage occupaient un total de 3,9% des activités (Tableau V).

Tableau V : Caractéristiques Sociodémographiques

Variables	Effectif (N)	Pourcentage (%)
Sexe		
Femme	4	2,2
Homme	174	97,8
État civil		
Célibataire	70	39,3
Marié(e)	104	58,4
Veuf	4	2,6
Niveau d'étude		
Aucun	39	21,9
Primaire	68	38,2
Secondaire 1er cycle	39	21,9
Secondaire 2d cycle	25	14,0
Universitaire	7	3,9

Répartition par activités

Réparation	78	43,8
Récupération et collecte	42	23,6
Achat vente	29	16,3
Démantèlement	22	12,4
Collecte de cendre	2	1,1
Retrait de revêtement	5	2,8

2. Caractérisation des sols

Plusieurs métaux lourds et métalloïdes obtenus ont atteint des concentrations particulièrement élevées ; c'est le cas du Pb, du Cu, du Fe et du Zn pour lesquels les concentrations maximales respectives étaient de 11 596,1 mg/kg, 54891,3mg/kg, 659 251,63 mg/kg et 4768,75 mg/kg. Dans l'ensemble, les concentrations en Fe étaient élevées dans tous les échantillons.

Le Cd a été retrouvé sur les sites 3, 11, 13 à des teneurs respectivement de 35,84 mg/kg, 34,63 mg/kg et 29,68 mg/kg. Les teneurs en As étaient de 128,19 mg/kg, 226,59 mg/kg, 61,16 mg/kg, 110,78 mg/kg, 85,35 mg/kg respectivement pour les sites 2, 6, 7, 10 et 12. Ces sites étaient spécialisés entre autres activités au démantèlement et à la réparation des réfrigérateurs, climatiseurs, écran LCD et cathodiques. Au-delà de ces activités, le brûlage des câbles et autres dérivés de D3E était pratiqué dans le site 6.

À l'exception du site 1, l'analyse des différents échantillons a révélé la présence de Pb dans l'ensemble des composites. La valeur la plus élevée en Pb (11596,1 mg/kg) a été enregistrée sur l'échantillon du site 6 et celle la plus faible (20,64 mg/kg) a été enregistrée au site 17. Ce dernier site tout comme le site 1 étaient utilisés comme point de rassemblement des collecteurs et de stockage des DEEE par certains avant leur mise en vente. Le tableau VI représente les résultats des analyses effectuées sur les différents échantillons de sols prélevés sur des sites informels.

Tableau VI : Caractérisation chimique des sols par le spectromètre Niton™ Analyseur XRF portatif XL2.

Zone	Site	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Pb (mg/kg)	As (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)
Zone 1	Site 1 (Mermoz)	< LD	< LD	< LD	< LD	24,4	43,23	7470,14
Zone 2	Site 2	< LD	< LD	4268,21	128,19	2603,47	3889,53	48 763,25
	Site 3	35,84	< LD	2837,78	< LD	2287,06	54 891,3	48 398,87
	Site 4	< LD	< LD	419,18	< LD	1054,83	2567	21 680,07
	Site 5	< LD	< LD	354,42	< LD	593,33	205,87	19 499,78
	Site 6	< LD	< LD	11 596,1	226,59	3135,13	2562,82	95 169,3
	Site 7	< LD	< LD	1283,28	61,16	995,02	880,2	37 848,53
	Site 8	< LD	< LD	743,78	< LD	4081,14	451,11	75 958,31
	Site 9 (Pikine1)	< LD	< LD	1188,41	< LD	4768,75	2552,32	57 325,93
Zone 3	Site 10 (Pikine 2)	< LD	< LD	905,49	110,78	2592,59	556,87	659 251,6
	Site 11 (Pikine 3)	34,63	< LD	649,3	< LD	650,98	184,92	29 602,36
	Site 12 (Guediawaye 1)		< LD	968,73	85,35	1267,94	4060,09	26 894,83
Zone 4	Site 13 (Guediawaye 1)		< LD		< LD		62,83	< LD
	Site 14 (Guediawaye 1)	29,68		< LD				1615,51
	Site 15 (Thiaroye)	< LD	< LD	471,22		601,49	2738,87	26 273,03
Zone 5	Site 16 (Fasse 1)	< LD	< LD	1614,53	< LD	2935,67	4562,84	14 392,96
Zone 6	Site 17 (Fasse 2)	< LD	< LD	29,25	< LD	209,11	37,65	5633,15
				20,64	< LD	40,38	< LD	2914,94

LD : Limite de détection ; < LD : Inférieur à la limite de détection (LD_{Cd} : 25mg/kg ; LD_{Pb} : 15mg/kg ; LD_{As} : 13mg/kg ; LD_{Zn} : 16mg/kg ; LD_{Cu} : 25mg/kg)

3. Conditions de travail

a. Pratiques lors du traitement des D3E

La réparation des D3E qui constitue l'activité la plus pratiquée dans notre étude s'effectue en plein air ou le plus souvent dans des locaux clos et peu aérés. Les équipements qui ne sont pas réparables sont stockés dans ces locaux ou laissés à proximité afin d'utiliser certaines de leurs composants pour la réparation d'autres équipements. Les réparateurs achètent aussi des

équipements ou leurs pièces auprès des récupérateurs. Les figures 10 et 11 présentent des sites de réparation de différents D3E.



Figure 10 : Site de réparation tv, radio,



Figure 11 : Réparation de moteurs

Les récupérateurs sillonnent les quartiers à l'aide de leur chariot à traction manuel ou animal, pour récupérer ou acheter des D3E auprès des populations et aussi des réparateurs. Les articles collectés sont revendus dans les grands sites de récupération et de collecte où ils seront démantelés, stockés ou revendus. La figure 12 illustre les quelques méthodes de collecte et les articles collectés.

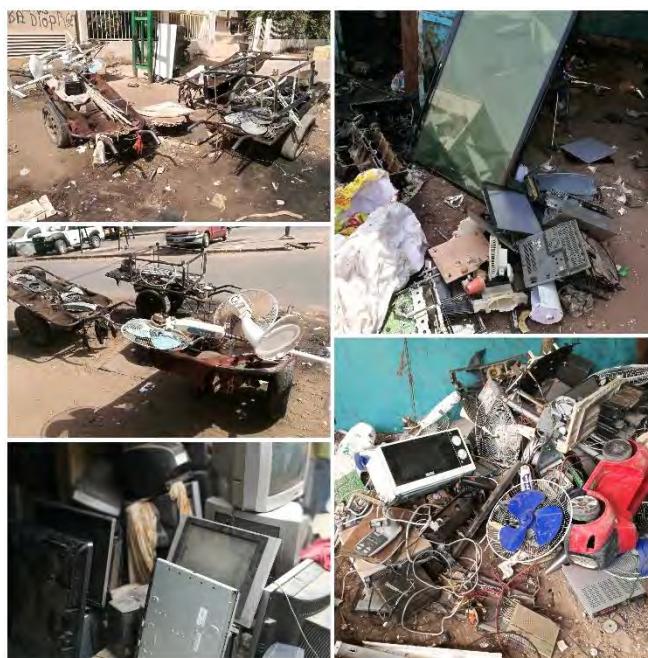


Figure 12 : Récupération et Collecte des DEEE

Au niveau des sites collecte, certains Déchets d'équipements électriques et électroniques sont démantelés par les ouvriers, d'autres sont soit brûlés à l'air libre, soit stockés dans les entrepôts ou laissés en vrac avant d'être vendus ou jetés dans les décharges. La figure 13 présente des sites de démantèlement des D3E.



Figure 13 : DEEE démantelés

b. Équipements de travail

Dans le formel, des équipements de protection individuelle (EPI) ont été mis à leur disposition notamment une tenue à manches longues, des bottes de sécurité, une paire de lunettes de protection, des gants de protection adaptés et un demi-masque de protection de type FFP2 (Figure 14). La figure 15 présente le pourcentage d'utilisation des EPI dans le secteur formel [28].



Figure 14 : Port des différents types d'équipement de protection individuelle (EPI) ADIE

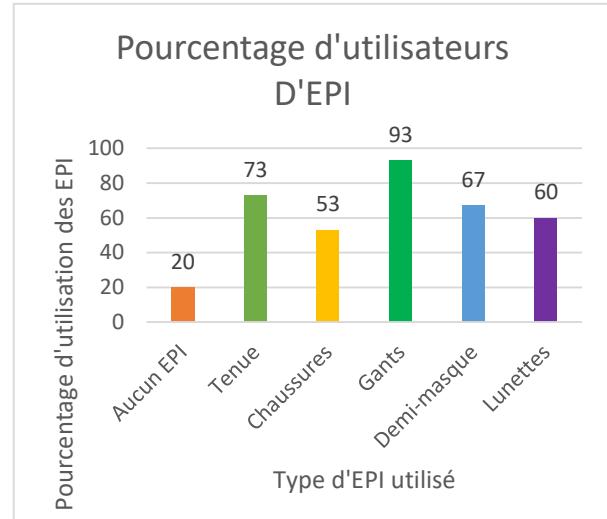


Figure 15 : Équipements de Protection individuelle (EPI) ADIE

Cependant, dans le secteur informel, plus de la moitié (77,6%) des employés de D3E ne portait pas ou n'utilisait pas régulièrement des équipements de protection adaptés. Les équipements sécuritaires les plus utilisés étaient des pantalons longs (19,8%), des bottes ou chaussures à semelles en caoutchouc (14,8%), et des gants (14,8%) (Figure 17).

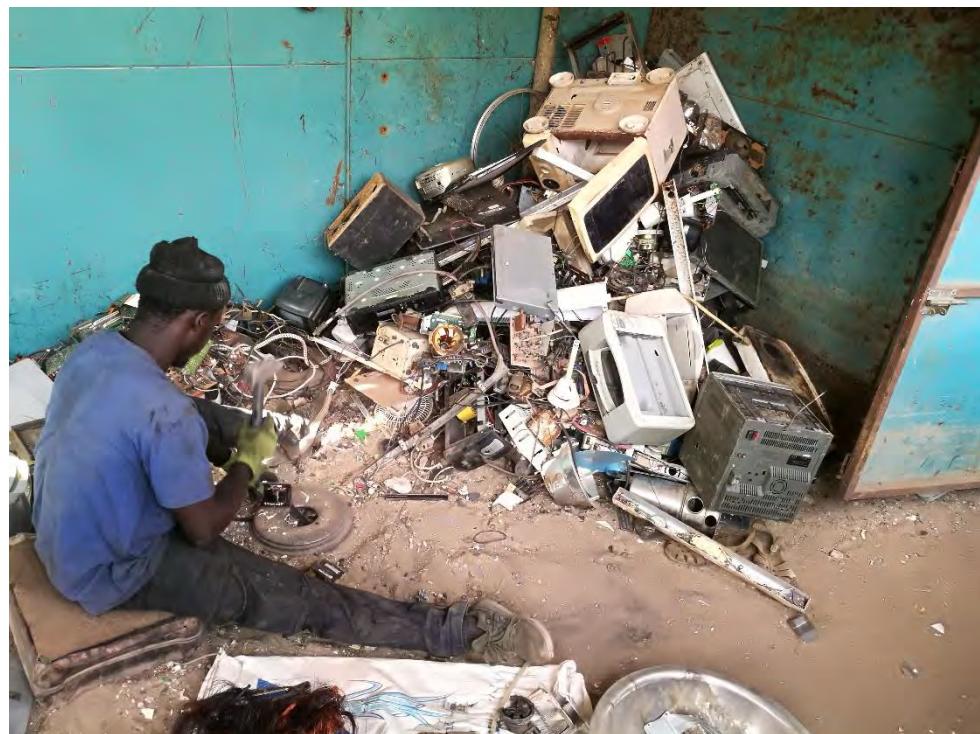


Figure 16 : Port des différents types d'équipement de protection individuelle (EPI) secteur informel

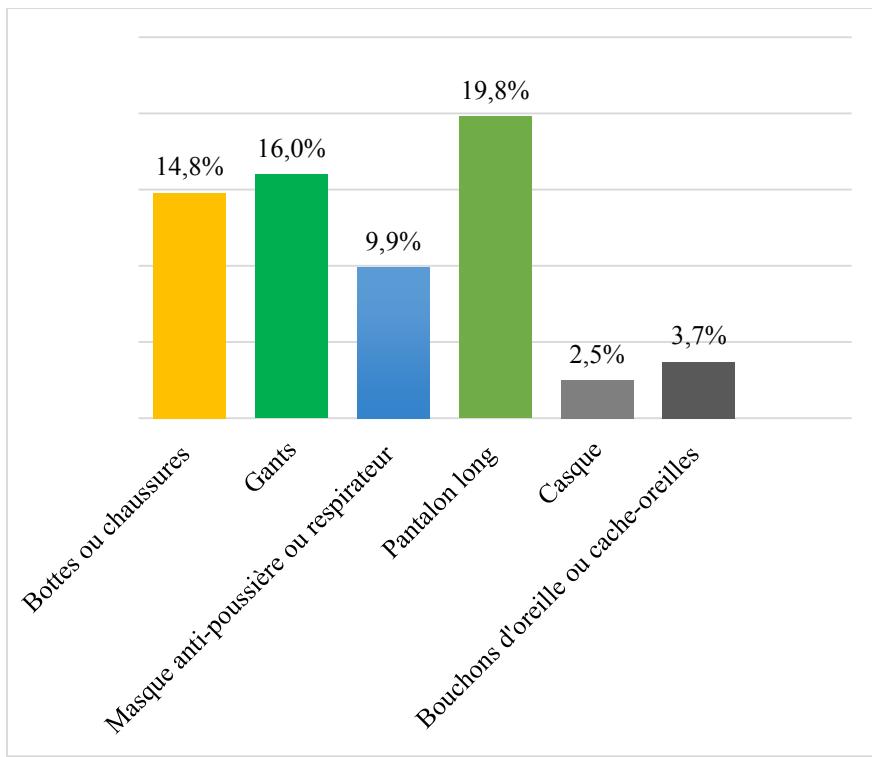


Figure 17 : Utilisation d’Équipements de Protection individuelle (EPI) secteur informels

4. Santé respiratoire

Au cours de l'enquête, 45,5% des travailleurs ont déclaré être en bon état de santé et 2,5% avoir un état de santé qui les limite dans le type ou la quantité de travail à fournir. L'enquête a également révélé que 11,8% des ouvriers présentaient des problèmes de respiration (Tableau VII). En plus de ces manifestations, 6,74% ont affirmé avoir eu une respiration sifflante et 8,43% avoir ressenti une sensation d'oppression thoracique durant les 12 derniers mois qui ont précédé l'étude (Tableau VII). Par ailleurs, 4,5% des manipulateurs ont déclaré souffrir d'asthme sans que cela ait été confirmé par un médecin.

Tableau VII : Evaluation générale de la santé respiratoire

Variables	Effectif pondéré	Pourcentage pondéré (%)
Appréciation de la santé en général		
Excellente	10	5,6
Très bonne	31	17,4
Bonne	81	45,5
Moyenne	45	25,3
Mauvaise	10	5,6
Refus de répondre	1	0,6
Respiration sifflante au cours des 12 derniers mois (asthme)		
Oui	12	6,74
Non	166	93,26
Réveil par une sensation d'oppression thoracique au cours des 12 derniers mois		
Oui	15	8,43
Non	163	91,57
Problèmes respiratoires		
Oui	21	11,8
Non	157	88,2
Antécédent personnel d'asthme		
Oui	8	4,5
Non	170	95,5
Antécédents familiaux		
Oui	30	16,9
Non	71	39,9
Ne sait pas	77	43,2
Lien de parenté avec le souffrant		

Frère ou sœur	17	56,7
Parents	13	43,3
Grands-parents	0	0,0

Spirométrie

Oui	97	54,49
Non	81	45,51

Résultat de la spirométrie

Normal	33	34,02
TVO	57	58,76
TVR	7	7,22

Répartition des obstructions

Selon les critères de GOLD	21	21,65
Selon les critères de GINA	36	37,11

TVO= Trouble ventilatoire obstructif ; TVR= Trouble ventilatoire restrictif

De manière globale, 29,7% de manipulateurs ont affirmé avoir un membre de la famille qui souffrait d'asthme. La présence d'antécédents familiaux d'asthme a été identifiée comme un facteur de risque de problèmes respiratoires (OR=5,36 avec IC à 95% [1,50 ; 19,25] ; P= 0,010).

La collecte ou le déchargement des D3E étaient moins à risque d'entraîner des problèmes respiratoires par rapport aux autres tâches et indépendamment des autres facteurs explicatifs (OR=0,14 avec IC 95% [1,84 ; 15,48] ; P=0,018). L'interprétation des données de spirométrie en fonction des critères d'évaluation de la GINA et de la GOLD a permis d'observer au sein des ouvriers que, 65,98% présentaient un trouble ventilatoire et parmi lesquels 58,76% étaient de type obstructif avec respectivement 37,11% de cas de syndrome obstructif à type d'asthme et 21,65% cas de syndrome obstructif à type de BPCO. Les syndromes restrictifs quant à eux représentaient 7,22%.

Tableau VIII : Rapport de cotes (OR ; 95 % IC) du tabagisme

	OR	IC	P-value
Problèmes respiratoires			
Ancienneté dans la collecte ou le déchargement	0,14	1,84 - 15,48	0,018
Antécédents familiaux d'asthme	5,36	1,50 - 19,25	0,010
Tabagisme			
Trouble ventilatoire	1,095	0,6063 - 1,978	0,880 2
Asthme	0,770 4	0,4317 - 1,375	0,461 5
BPCO	1,577	0,8094 - 3,072	0,239 3
Syndrome restrictif	1,550	0,5300 - 4,533	0,592 6

V. DISCUSSION

Dans les pays en développement, le secteur informel est vaste et regroupe plusieurs domaines économiques différents, y compris le recyclage des déchets électroniques. Elle fournit des services à faible coût et se caractérise par des conditions de travail dangereuses et des normes sanitaires médiocres. L'économie informelle s'épanouit dans un contexte de montée en flèche du chômage (formel). En tant que secteur à croissance rapide, le travail informel fournit des emplois à la majorité des populations africaines et asiatiques, couvrant 66% de l'emploi en Afrique subsaharienne et 82% en Asie du Sud à l'exclusion de l'emploi dans le secteur agricole [4]. Ceci peut expliquer le fait que parmi les 17 sites identifiés, 1 seul site soit du secteur formel. Dans notre étude, la manipulation des e-déchets est dominée par une population majoritairement jeune et dont l'âge varie entre 30 et 40 ans. Cette observation avait déjà été faite au cours des études menées au Nigéria, au Ghana et au Népal sur des manipulateurs de D3E issus du secteur informel [4, 29]. Contrairement à l'étude de Akormedi et al [30] qui a montré que les activités de traitement des déchets électroniques à Agbogbloshie, à Accra au Ghana, étaient exclusivement réservées aux hommes, cette activité est menée à Dakar par 7,12 % de femmes et 92,88 % d'hommes. En Chine aussi, les enfants et les femmes enceintes participent au retrait du revêtement en plastique des fils [31]. Tout comme au Nigéria [4], la pratique la plus courante au Sénégal était la réparation des D3E. Dans le secteur informel, la chaîne de traitement des DEEE poursuit toujours la valorisation des composants de valeur, mais le traitement mécanique dans le traitement formel est remplacé par un démontage manuel des gadgets qui s'est fait à l'aide d'outils tels que des marteaux, des tournevis et des couteaux. En effet, le traitement des déchets électroniques a été signalé comme étant en grande partie manuel, tandis que l'étape de raffinage se fait soit par brûlage à l'air libre, soit par lixiviation acide incontrôlée [30, 32]. La lixiviation n'étant pas réalisée dans nos sites d'étude.

L'observation macroscopique des sites a permis de constater une diffusion des poussières sur toutes leurs surfaces. Les sols étaient sombres au niveau des principales zones de manipulation pour chaque site. Cet aspect changeait progressivement au fur et à mesure pour devenir plus clair en se mêlant à la couche de terre superficielle. L'hétérogénéité du sol et la nature des activités sur chaque site ont une influence sur le type de polluants dans le sol et dans l'air, ainsi que sur les différentes concentrations [33]. L'analyse des échantillons s'est faite en utilisant un spectromètre Analyseur XRF et les résultats obtenus par cette méthode peuvent être considérés

comme des valeurs indicatives [34] des teneurs en éléments dans les sols. Itai et al ont montré par ailleurs qu'il existe une bonne corrélation entre les résultats d'analyse par spectromètre P-XRF et les fractions extractibles de HCl déterminées par ICP-MS. Toutefois, les valeurs obtenues par cette méthode semblaient être plus élevées que les valeurs obtenues par HCl-extractible pour certains métaux et par rapport à d'autres [34].

La manipulation et la combustion systématique des déchets électroniques dans le but d'isoler les métaux précieux sont souvent considérées comme une source majeure d'émission de nombreux polluants environnementaux organiques et inorganiques. Le brûlage à ciel ouvert des DEEE a un impact sur l'environnement direct de la libération d'un certain nombre de substances nocives dans l'atmosphère: le dépôt des contaminants sur le sol, les sédiments, ou de l'eau représente l'impact indirect [10]. Des études menées sur des sites de déchets électroniques en Chine, Inde, Nigéria et au Ghana avaient relevé de fortes concentrations de métaux lourds, de BPC et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans l'air et le sol de ces zones [35]. Nos résultats montrent dans l'ensemble des concentrations élevées en Fe dans les sols. Le fer est associé à la surface terrestre et sa géochimie est similaire à celle de nombreux métaux à l'état de traces tant en milieu oxydé qu'en milieu anoxique [36]. Ces différentes propriétés du fer peuvent expliquer les teneurs élevées qui ont été observées. Dans les sites de manipulation de DEEE de Dakar, les sols présentent également des teneurs élevées en cuivre, plomb et zinc tels que celui du site de traitement et de décharge des déchets électroniques d'Agbogbloshie à Accra (Ghana)[37]. Cependant, contrairement à celui de Agbogbloshie où la concentration moyenne la plus élevée était celle du zinc (2300 mg/kg) ensuite le cuivre (1 500 mg/kg) et le plomb (110 mg/kg), au niveau des sites de Dakar, le fer avait la concentration moyenne la plus abondante (69334,86 mg/kg). Il était suivi du cuivre (5345,64 mg/kg), du plomb (1823,356 mg/kg) et du zinc (1641,419 mg/kg). La nature de l'activité sur les sites joue un rôle sur la composition des polluants qui y sont retrouvés, ce qui peut favoriser la présence de certains métaux dans l'environnement. En ce qui concerne le cadmium et l'arsenic, ils sont de plus en plus présents dans les appareils électroniques vendus aujourd'hui. On les trouve en général dans les écrans plats, LCD et les LED sous forme de piles ou de cartes de circuits intégrés [38, 39]. La manipulation des e-déchets dérivés de réfrigérateurs, de climatiseurs, d'écrans LCD et cathodiques peut augmenter la contamination de l'environnement par le cadmium et l'arsenic. Ceci peut être dû à une perturbation des différentes parties des circuits contenant ces métaux lors de la mise en décharge [40]. Par ailleurs, la présence de Plomb sur certains sites peut être attribuée aux activités de brûlages ou de découpages de batteries, aux

débris d'écrans d'ordinateur ou aux moteurs de réfrigérateurs. Quant au cuivre présent dans les sols, il serait lié à la combustion de fils ou à l'ouverture des pots de réfrigérant métallique avec chauffage [41].

La présence de ces polluants dans l'environnement comporte un risque potentiel pour la santé de la population qui est constamment exposée à de grandes quantités de ces toxiques, ce qui a long terme peut être à l'origine de certaines maladies. Les résidents et les travailleurs peuvent absorber ces contaminants directement ou indirectement. [32, 35].

De manière significative, l'exposition professionnelle est associée à plusieurs maladies respiratoires telles que l'asthme bronchique et la BPCO [42-44]. Le port des équipements de protection individuelle pendant les heures de travail est un moyen non négligeable de contribuer à protéger la santé des travailleurs et à réduire les risques de maladies professionnelles. Cependant, dans cette catégorie professionnelle issue essentiellement du secteur informel, nous avons observé au cours de notre étude que plus de la moitié (75,14 %) des employés n'utilisaient pas d'équipement de protection individuel. Bien même lorsque cela était fait, ces équipements pour la plupart ne répondaient pas aux normes. Nos résultats viennent corroborer ceux déjà retrouvés lors d'études précédentes au Sénégal, au Ghana, au Nigéria et au Népal, où la plupart des ouvriers ne portaient pas un équipement de protection adapté [29, 44-47]. Le respect des règles d'hygiène et la propreté en milieu professionnel sont des mesures qui participent à limiter le transport des polluants et à protéger la santé des travailleurs. Aux États-Unis, une étude conduite au sein de deux entreprises de démantèlement a retrouvé du plomb et du cadmium sur les mains des employés des deux installations après le lavage des mains à la fin du travail [48]. Cette étude met en évidence le caractère persistant du plomb et du cadmium et de l'importance du port des équipements de protection adaptés. De plus, en milieu professionnel, l'inhalation est l'une des principales voies d'exposition aux particules de Cu, Pb, Cd, Zn, Mn et l'Ag ([35, 49]. Tout en protégeant les voies respiratoires, le port de masque adapté a pour avantage de réduire le volume et la quantité de particules inhalées. L'une des conséquences liées à l'exposition permanente à ses polluants serait l'altération des voies respiratoires, ce qui pourrait entraîner de troubles respiratoires. À cet égard, Bunger et al et Goorah et al. [50, 51] ont signalé respectivement 24 % et 26,1 % de cas de troubles respiratoires chez les travailleurs de décharge qui avaient été exposés durant une période comprise entre 3 et 30 ans. Ces résultats sont similaires à ceux retrouvés chez les manipulateurs de DEEE au Sénégal et qui étaient de 24,7 %. Plusieurs facteurs de risque de survenues de problèmes respiratoires ont été identifiés au

cours de l'étude, notamment la présence d'antécédents familiaux d'asthme ($OR=5,36$ avec IC à 95% [1,50; 19,25] ; $P=0,003$). Par ailleurs, l'exposition aux métaux tels que le cuivre et le plomb sont soupçonnés d'être impliqués respectivement dans des cas de troubles respiratoires et du système nerveux en cas d'exposition chronique par inhalation [41]. Le plomb en particulier a été impliqué dans la survenue des symptômes respiratoires et dans l'augmentation de l'incidence de l'asthme chez des enfants et les adultes vivant à proximité d'une décharge ou ayant été exposé [52, 53]. C'est d'ailleurs ce qui pourrait expliquer la fréquence de 65,98 % de cas de troubles ventilatoires obtenue au cours de cette étude. Avec 37,11 % de cas d'asthme et 21,97 % de BPCO, nos résultats suggèrent que l'exposition aux e-déchets pourrait favoriser la survenue de l'asthme. Ses conséquences restent préoccupantes également chez les femmes enceintes qui effectuent le démantèlement ou le tri des déchets électroniques dans certains pays [41].

CONCLUSION RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Au cours des dernières décennies, l'évolution technologique rapide a conduit à une production croissante de déchets d'équipements électriques et électroniques DEEE ou e-déchets qui font l'objet d'échange. Celle-ci s'effectuant souvent de manière illégale des pays du Nord vers les pays en développement. Ce flux de matériaux usagés augmente chaque jour et navigue entre la sphère économique formelle et informelle. En Afrique c'est le secteur informel qui prédomine.

Étant donné que dénormes quantités de déchets électroniques sont générées chaque année, le Sénégal est confronté à des problèmes de production et d'élimination de DEEE. Cependant, les secteurs informels du recyclage du Sénégal jouent un rôle beaucoup plus important dans l'industrie du recyclage des DEEE, entraînant de nombreux problèmes environnementaux et sanitaires. La gestion des DEEE au Sénégal concerne beaucoup d'acteurs notamment, les importateurs, les distributeurs, les utilisateurs, les réparateurs, les recycleurs et les récupérateurs. Elle implique en majorité les jeunes et les hommes. Les activités de traitement des DEEE associées sont généralement menées dans des conditions mal contrôlées, à savoir : l'incinération à ciel ouvert, le traitement direct sur les sols, le non-respect des équipements de protection individuel.... A cela s'ajoute les mauvaises conditions d'hygiène.

De par leur composition en produits chimiques toxiques et d'autres composants, la manipulation des DEEE constitue un risque pour l'environnement et la santé humaine. Ce risque est susceptible d'augmenter avec une manipulation non contrôlée de ces matériaux usagés. Les sols sur lesquels se déroulent ces activités sont riches pour la plupart en métal et la nature des activités peut avoir une incidence sur la teneur en éléments métalliques pour chaque site, ce qui peut représenter dans l'ensemble un risque majeur pour l'environnement et pour la santé des ouvriers. Il y avait une bonne corrélation entre les niveaux de métaux et la couleur du sol.

Au-delà de l'exposition aux éléments métalliques, le tabagisme est un facteur de risque de survenue de chacun des syndromes obstructifs. Étant donné que la présence de ces contaminants chez l'homme peut provoquer plusieurs maladies toxiques et cancérogènes, des mesures urgentes devraient être adoptées pour améliorer le traitement des DEEE dans les pays en développement et réduire ses impacts sur l'environnement et la santé.

L'électronique continuera d'être produite, éliminée et recyclée, et il est essentiel de considérer la santé au cœur de la création d'emplois de recyclage électronique en raison des produits

chimiques dangereux inhérents à ce flux de déchets. Les efforts visant à réduire l'impact du recyclage des déchets électroniques sur les personnes et l'environnement devraient alors prendre en compte les principales sources et voies d'exposition des contaminants.

Au terme de notre étude, nous avons constaté que la principale caractéristique de ces sites de recyclage des e-déchets est l'exposition simultanée à divers contaminants. Ainsi, pour une évaluation plus complète de la pollution et de la situation d'exposition dans les sites de recyclage des déchets électroniques, d'autres approches seront nécessaires :

- Davantage de recherches d'évaluation sur le corps humain et la santé humaine devraient être menées pour fournir les informations de base au public et aux gouvernements ;
- L'évaluation des risques en tenant compte de l'action toxique conjointe des mélanges de métaux ainsi que des polluants organiques ;
- L'évaluées les principales sources de composés montrant les concentrations nocives doivent être ;
- Rechercher des Biomarqueurs ;
- Inclusion de composés supplémentaires dans l'analyse (par exemple, ignifugeants bromés organophosphorés et non PBDE, dioxines / furannes, arsenic...) ;
- Un plus grand nombre d'échantillons doit être prélevé, car les concentrations de polluants varient largement, même entre des échantillons prélevés à proximité les uns des autres ;
- Les échantillons d'air et les denrées alimentaires devraient également être analysés, les premiers de préférence dans les endroits où les travailleurs et les non-travailleurs des déchets électroniques passent la plupart de leur temps ; et
- Des actions de suivi de gestion et de contrôle des déchets électroniques sont également proposées pour atténuer le risque d'exposition

Aussi plusieurs propositions sont faites :

Au Gouvernement

- Renforcer le cadre institutionnel et juridique de la gestion des DEEE
- Contrôler et limiter l'importation des DEEE ;

- Cartographier les différents sites de traitement des DEEE ;
- S'accentuer sur les campagnes de sensibilisation ;
- Mettre en place des structures de valorisation des DEEE ;
- Installer des poubelles uniquement dédiées aux DEEE ;
- Encadrer les structures évoluant dans le recyclage des DEEE ;

Aux manipulateurs des

- Etre conscient des risques potentiels pour la santé qui sont propres aux activités de manipulation des DEEE
- Respecter les mesures de sécurité à prendre ; à savoir l'utilisation normale des EPI ;
- Respecter les bonnes règles d'hygiène aux lieux de travail et en dehors
- Arrêter de brûler les DEEE et utiliser les machines à dénuder les câbles manuels
- Eviter d'enfouir dans le sol

RÉFÉRENCES

1. Gobert G: **Les DEEE et l'environnement : le courant ne passe plus ! Le transfert illégal des déchets d'équipements électriques et électroniques en Afrique.** Université catholique de Louvain; 2015.
2. Mérot. A-S: **Gouvernance et développement durable : le cas de la responsabilité élargie du producteur dans la filière de gestion des déchets des équipements électriques et électroniques.** Université de Grenoble; 2015.
3. Heacock M, Kelly CB, Asante KA, Birnbaum LS, Bergman ÅL, Marie-Noel Bruné ea: **E-Waste and Harm to Vulnerable Populations: A Growing Global Problem.** *Environ Health Perspect* 2015, **124**(5):550–555.
4. Ohajinwa CM, Bodegom PMV, Vijver MG, Peijnenburg WJGM: **Health Risks Awareness of Electronic Waste Workers in the Informal Sector in Nigeria 2017.** *Int J Environ Res Public Health* 2017, **14**(8):911.
5. Wang X, Miller G, Ding G, Lou X, Cai D, Chen Z, Meng J, Tang J, Chu C, Mo Z *et al*: **Health risk assessment of lead for children in tinfoil manufacturing and e-waste recycling areas of Zhejiang Province, China.** *Sci Total Environ* 2012, **426**,:106–112.
6. Lundgren K: **The Global Impact of E-Waste: Addressing the Challenge;** In: *Programme on Safety and Health at Work and the Environment.* Edited by International Labour Organization: Geneva S, vol. 72. Sectoral Activities Department (SECTOR). Geneva: ILO; 2012.
7. Fazzoli C, Orisakwe OE, Dragone R, Mantovani A: **Diagnostic health risk assessment of electronic waste on the general population in developing countries' scenarios.** *Environmental Impact Assessment Review* 2010, **30**(6):388–399.
8. Grant K, Goldizen FC, Sly PD, Brune M-N, Neira M, Berg Mvd, Norman RE: **Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review.** *The Lancet Global Health* 2013, **1**(6):e350–e361.
9. Dieng D, Diop C, Sonko EhM, Gning JB, Djitte M, Gassama CID: **Gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) au Sénégal : acteurs et stratégie d'organisation de la filière** *Int J Biol Chem Sci* 2017, **11**(5): 2393-2407.
10. Cesaro A, Belgiorno V, Gorraso G, Viscusi G, Vaccari M, Vinti G, Jandric A, Dias MI, Hursthause A, Salhofer S: **A relative risk assessment of the open burning of WEEE.** *Environmental Science and Pollution Research* 2019, **26**:11042–11052.
11. ADEME, FANGEAT E, Durable GDD, Croissance) ADIEI, (IEIC) MJ, (IEIC) MB: **Rapport Annuel du registre des déchets d'équipements électriques et électroniques – données 2018.** In.; 2019: 112.
12. Kuehr R: **Chapter 25 - Waste Electrical and Electronic Equipment. A Handbook for Management** 2019:477-487.
13. Bensebaa F, Boudier F: **Gestion des déchets dangereux et responsabilité sociale des firmes : le commerce illégal de déchets électriques et électroniques.** *OpenEdition Journals* 2010.

14. Baldé CP, Forti V, Gray V, Kuehr R, Stegmann P: **Suivi des déchets d'équipements électriques et électroniques à l'échelle mondiale**. In., vol. 116: Université des Nations Unies (UNU), Union internationale des télécommunications (UIT) & Association internationale des déchets solides (ISWA), Bonn/Genève/Vienne.; 2017: 109.
15. Jim Puckett B, Leslie Byster S, Sarah Westervelt B, Richard Gutierrez B, Sheila Davis M, Asma Hussain S, Madhumitta Dutta, Coalition TBANSSVT: **Exporting harm: the high-tech trashing of Asia**. *Basel Action Network and Silicon Valley Toxics Coalition* 2002, **54**:1-51.
16. Douandji A, Ngnikam E, Yelkouni M: **Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques ménagers au Cameroun : cas de la ville de Douala**. *ResearchGate* 2017, **73**:1-8.
17. Fischhoff R: **La police judiciaire aux prises avec les atteintes à l'environnement et à la santé publique**. . 2017AZUR0016: Université Côte d'Azur; 2017.
18. Ausset S: **Procédé de recyclage de mélanges ABS-PC issus de déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)**. Bordeaux I; 2013.
19. Consulté le 11 Mai 2020 [www.cniid.org]
20. Li J, N. BNL, Liu L, Zhao N, Yu K, Zheng L: **Regional or global WEEE recycling. Where to go?** *Waste Management* 2013, **33**(4):923-934.
21. Tsydenova O, Bengtsson M: **Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment**. *Waste Management* 2011, **31**(1):45-58.
22. Yang H, Ma M, Thompson JR, Flower RJ: **Waste management, informal recycling, environmental pollution and public health**. *J Epidemiol Community Health* 2017, **0**:1-7.
23. Orisakwe OE, Fazzoli C, Ilo CE, Oritsemuelebi1 B: **Public Health Burden of E-waste in Africa**. *Journal of Health & Pollution* 2019, **9**(22):190610.
24. Daum K, Stoler J, Grant RJ: **Toward a More Sustainable Trajectory for E-Waste Policy: A Review of a Decade of E-Waste Research in Accra, Ghana**. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2017, **14**(2):135.
25. Goodman LA: **Snowball sampling**. *Annals of Mathematical Statistics* 1961, **32**(1):148-170.
26. GOLD: **GLOBAL STRATEGY FOR PREVENTION, DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF COPD**. In.: The Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD); 2020: 141.
27. GINA: **Diagnosis and Management of Difficult-to-treat and Severe Asthma in adolescent and adult patients**. In: *The Global Initiative for Asthma (GINA)*. 2020: 211.
28. SALL F: **Evaluation du niveau d'exposition professionnelle et de la fonction ventilatoire des agents chargés du recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) de l'Agence de l'Informatique de l'Etat (ADIE)** UNIVERSITE SHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR 2019.
29. Black M, Karki J, Lee ACK, Makai P, Baral YR, Kritsotakis EI, Bernier A, Heckmann AF: **The health risks of informal waste workers in the Kathmandu Valley: a cross-sectional survey**. *ELSEVIER* 2019, **166**:10-18.

30. Akormedi M, Asampong E, Fobi JN: **Working conditions and environmental exposures among electronic waste workers in Ghana.** *Int J Occup Environ Health* 2013, **19**(4):278-286.
31. Song Q, Li J: **A systematic review of the human body burden of e-waste exposure in China.** *Environment International* 2014, **68**:82-93.
32. Vaccari M, Vinti G, Cesaro A, Belgiorio V, Salhofer S, Dias MI, Jandricic A: **WEEE Treatment in Developing Countries: Environmental Pollution and Health Consequences—An Overview.** *Int J Environ Res Public Health* 2019, **16**(9):1595.
33. Isimekhia KA, Garelick H, Watt J, Purchase D: **Heavy metals distribution and risk assessment in soil from an informal E-waste recycling site in Lagos State, Nigeria.** *Environmental Science and Pollution Research* 2017, **24**(20):pages17206–17219.
34. Itai T, Otsuka M, Asante KA, Muto M, Opoku-Ankomah Y, Ansa-Asare OD, Tanabe S: **Variation and distribution of metals and metalloids in soil/ash mixtures from Agbogbloshie e-waste recycling site in Accra, Ghana.** *Science of the Total Environment* 2013:470-471.
35. Moeckela C, Breivika K, Nøsta TH, Sankoh A, Jonesf KC, Sweetman A: **Soil pollution at a major West African E-waste recycling site: Contamination pathways and implications for potential mitigation strategies.** *Environment International* 2020, **137**:105563.
36. Rubio B, Nombela MA, Vilas F: **Geochemistry of Major and Trace Elements in Sediments of the Ria de Vigo (NW Spain): an Assessment of Metal Pollution.** *Marine Pollution Bulletin* 2000, **40**(11):968-980.
37. Moeckel C, Breivik K, Nøst TH, Sankoh A, Sweetman A: **Soil pollution at a major West African E-waste recycling site: Contamination pathways and implications for potential mitigation strategies.** *Environment International* 2020, **137**:1-9.
38. Julander A, Lundgren L, Skare L, Grandér M, Palm B, Vahter M, Lidén C: **Formal recycling of e-waste leads to increased exposure to toxic metals: An occupational exposure study from Sweden.** *Environnement International* 2014, **73**:243-251.
39. Puangprasert S, Prueksasit T: **Health risk assessment of airborne Cd, Cu, Ni and Pb for electronic waste dismantling workers in Buriram Province, Thailand.** *Journal of Environmental Management* 2019, **252**:109601.
40. Tzoraki O, Lasithiotakis M: **Environmental Risks Associated with Waste Electrical and Electronic Equipment Recycling Plants.** *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* 2019:627-636.
41. Puangpraserta S, Prueksasit T: **Health risk assessment of airborne Cd, Cu, Ni and Pb for electronic waste dismantling workers in Buriram Province, Thailand.** *Journal of Environmental Management* 2019, **252**:109601.
42. Ulvestad B, Bakke B, Eduard W, Kongerud J, Lund MB: **Cumulative exposure to dust causes accelerated decline in lung function in tunnel workers.** *Occupational and Environmental Medicine* 2001, **58**(10):663–669.
43. Hamzah NA, Tamrin SBM, Ismail NH: **Metal dust exposure and lung function deterioration among steel workers: an exposure-response relationship.** *International Journal of Occupational and Environmental Health* 2016, **22**(3):224–232.

44. Foko R, Diaw M, Cabral M, Toure A, Mbengue B, Sow A, Ba A, Mbaye G, Samb A, al ADe: **Évaluation des troubles ventilatoires des soudeurs métalliques de la région de Dakar, Sénégal.** 2018. *Environnement, Risques & Santé* 2018, **17**(3):294-299.
45. Prakash S, Manhart A, Amoyaw-Osei Y, Agyekum OO: **Socio-economic assessment and feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana For the benefit of the environment** 2010, **105**.
46. Yu EA, Akormedi M, Asampong E, Meyer CG, Fobil JN: **Informal processing of electronic waste at Agbogbloshie, Ghana: workers' knowledge about associated health hazards and alternative livelihoods.** *Global Health Promotion* 2016, **24**(4):1757-9759.
47. Sridhar MKC, Adejumo M: **Health and Safety Challenges, and Perceptions of Private Sector Waste Operators in Lagos, Nigeria** *Scientific Research* 2014, **6**:632-640.
48. Grimes R, Beaucham C, Ramsey J: **Lead and Cadmium Exposure in Electronic Recyclers—Two States, 2015 and 2017.** In., vol. 68: Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR); 2019: 181-182.
49. Awasthi AK, Zeng X, Li J: **Relationship between e-waste recycling and human health risk in India: a critical review.** *Environmental Science and Pollution Research*, **1-24** 2016, **23**(18):18945–18946.
50. Bünger J, Antlauf-Lammers M, Schulz TG, Westphal GA, Müller MM, Ruhnau P, Hallier E: **Health complaints and immunological markers of exposure to bioaerosols among biowaste collectors and compost workers.** *Occupational and Environmental Medicine* 2000, **57**(7):458–464.
51. Goorah S, Esmyot MLI, Boojhawon R: **he health impact of nonhazardous solid waste disposal in a community: the case of the Mare Chicose landfill in mauritius.** *Journal of environmental health* 2009, **72**(1):48-54.
52. Dietert RR, Lee J-E, Hussain I, Piepenbrink M: **Developmental immunotoxicology of lead.** *Toxicology and Applied Pharmacology* 2004, **198**(2):86 – 94.
53. Khazdair MR, Boskabady MH, Afshari R, Dadpour B, Behforouz A, Javidi M, Abbasnezhad A, Moradi V, Tabatabaie SS: **Respiratory Symptoms and Pulmonary Function Testes in Lead Exposed Workers.** *Iran Red Crescent Med J* 2012, **14**(11):737–742.

ANNEXE I

QUESTIONNAIRES ANONYMES

Questionnaire

Numéro d'identification : _____

Début de l'entrevue : ____:_____ am / pm Fin de l'entrevue : ____:_____ am / pm

Nom(s) de l'intervieweur _____

Nom(s) de l'interprète _____

Date de l'entrevue : Jour (JJ) : _____ Mois (MM) : _____ Année (AAAA) : _____

Langue : 1- Wolof 2- Peuls 3- Djola 4- Français

7777 Autre (précisez): _____

Pays d'origine : _____ (pays) Si Sénégal, Région d'origine :
(région)S'il s'agit d'une région autre que Sénégal, année d'arrivée dans la région : _____
(AAAAAA)**PARTIE 1 : INSTRUCTIONS POUR L'INTERVIEWEUR**

777= Autre 999 =Refus de répondre 888 = Ne sait pas 789= Sauté/ Non disponible

PARTIE 2 : DÉMOGRAPHIE

Maintenant, je vais vous poser quelques questions sur vous-même.

Nom et prénom de la personne interrogée

1. Prénom(s) : _____ 2. Nom de famille _____

3. Autre / Chrétien / Surnoms _____

4. Avez-vous un téléphone portable?

• 1 Oui Numéro de téléphone portable du contact: _____

1

• 2 Non, Veuillez fournir un numéro de téléphone que nous pourrons utiliser pour prendre contact avec vous :

Nom du contact : _____

Numéro de téléphone : _____

5. Age: _____ Si le participant ne connaît pas son âge, essayez d'estimer l'année à partir d'un point de repère dans le temps.

5A. Cette date est: (marquer la réponse) :

1 = De la carte d'identité de l'interrogé ou d'une autre carte d'identité 2 = Déclaré avec confiance

3 = Estimé

6. Sexe : _____ 1 = femme 2 = homme

8. Quel est votre revenu quotidien habituel?

1 = < 600 CFA 2 = 601-1000 CFA 3 = 1001-1500 CFA 4 = 1501-2000 CFA

5 = 2001-2500 CFA 6 = 2501-3000 CFA 7 = 3001-3500 CFA 8 = 3501 CFA

9. Quel est votre état civil?

1 = Célibataire 2 = Marié(e) 3 = Non marié(e), vivant avec son partenaire 4 = Divorcé

5 = Veuf 6 = Séparé

10. Quel est le plus haut niveau de scolarité que vous ayez atteint : primaire, moyen/JSS, secondaire/SSS, ou supérieur?

0 = Aucun 1 = Primaire 2 = Secondaire 1

er

cycle (6

ème

-3

ème

)

3 = Secondaire 2

nd

cycle (2

nd

-Tle) 4 = Universitaire

PARTIE 3. PROFESSIONNEL - TÂCHES LIÉES AUX DÉCHETS ÉLECTRONIQUES

Je vais maintenant vous interroger sur les tâches liées aux déchets électroniques.

11. Avez-vous travaillé dans la manipulation de déchets électroniques à Dakar pendant plus d'un an?

1 = Oui 2 = Non [aller à 14]

12. Depuis combien de temps travaillez-vous dans la manipulation de déchets électroniques à Dakar ? _____ ans _____ mois _____ jours

13. Avez-vous jamais travaillé _____ [remplir en blanc avec les types d'emploi énumérés] depuis votre arrivée à Dakar?

[Poser à nouveau la question pour chaque activité professionnelle répertoriée]

a. Réparation de l'électronique _ Début de l'année: _____, Fin de l'année: _____ ou préciser si en cours _____

b. collecte ou déchargement des déchets électroniques _ Début de l'année: _____, Fin de l'année : _____ ou préciser si en cours _____

c. Démantèlement des déchets électroniques _ Début de l'année: _____, Fin de l'année : _____ ou préciser si en cours _____

d. Retrait du revêtement des fils électroniques _ Début de l'année : _____, Fin de l'année : _____ ou préciser si en cours _____

e. Tri des déchets électroniques _ Début de l'année : _____, Fin de l'année : _____ ou préciser si en cours _____

f. Brûlage des déchets électroniques _ Début de l'année: _____, Fin de l'année: _____ ou préciser si en cours _____

g. Brûlage des fils uniquement _ Début de l'année: _____, Fin de l'année: _____ ou préciser si en cours _____

h. Collecte des fils après brûlage _ Début de l'année: _____, Fin de l'année: _____ ou préciser si en cours _____

i. Commerce ou vente de déchets électroniques _ Début de l'année : _____, Fin de l'année : _____ ou préciser si en cours _____

j. Fusion des batteries au plomb _ Début de l'année : _____, Fin de l'année : _____ ou préciser si en cours _____

k. AUTRES: _____ Début de l'année: _____, Fin de l'année : _____ ou préciser si en cours _____

[Quand vous finissez avec le 13, allez à 16]

14. Au cours des trois derniers mois, quel travail avez-vous fait le plus [Rang =1]?

[Marquer la réponse] _____

1= Réparer les déchets électroniques ; 2 = Collecter des déchets électroniques ; 3 = Faire le tri des déchets électroniques ; 4 = Procéder au retrait du revêtement des fils ; 5 = Démontage de l'équipement électronique ; 6 = Brûlage de déchets électroniques ; 7 = Brûlage de fils uniquement ; 8 = Collecte des cendres des fils après la combustion ; 9 = Fusion du plomb
10 = Achat ou commerce de déchets électroniques ;

7777 = Autres Veuillez préciser : _____ ; 789 = Je n'ai pas travaillé durant les 3 derniers mois [Aller à 20]

15. Au cours des trois derniers mois, quel travail avez-vous fait le plus deuxièmement

[Rang =2]? [Marquer la réponse] _____

1= Réparer les déchets électroniques ; 2 = Collecter des déchets électroniques ; 3 = Faire le tri des déchets électroniques ; 4 = Procéder au retrait du revêtement des fils ; 5 = Démontage de l'équipement électronique ; 6 = Brûlage de déchets électroniques ; 7 = Brûlage de fils uniquement ; 8 = Collecte des cendres des fils après la combustion ; 9 = Fusion du plomb
10 = Achat ou commerce de déchets électroniques ;

7777 = Autre _ Veuillez préciser : _____ ; 789 = Je n'ai jamais occupé plus d'un emploi [aller à 20].

16. Au cours des trois derniers mois, quel travail avez-vous fait le plus troisièmement

[Rang =3]? [Marquer la réponse] _____

1= Réparer les déchets électroniques ; 2 = Collecter des déchets électroniques ; 3 = Faire le tri des déchets électroniques ; 4 = Procéder au retrait du revêtement des fils ; 5 = Démontage de l'équipement électronique ; 6 = Brûlage de déchets électroniques ; 7 = Brûlage de fils uniquement ; 8 = Collecte des cendres des fils après la combustion ; 9 = Fusion du plomb
10 = Achat ou commerce de déchets électroniques ;

7777 = Autre _ Veuillez préciser : _____ ; 789 = Je n'ai jamais occupé plus d'un emploi [aller à 20].

17. Au cours des trois derniers mois, quel travail avez-vous fait le plus quatrièmement

[Rang =4]? [Marquer la réponse] _____

1= Réparer les déchets électroniques ; 2 = Collecter des déchets électroniques ; 3 = Faire le tri des déchets électroniques ; 4 = Procéder au retrait du revêtement des fils ; 5 = Démontage de l'équipement électronique ; 6 = Brûlage de déchets électroniques ; 7 = Brûlage de fils

uniquement ; 8 = Collecte des cendres des fils après la combustion ; 9 = Fusion du plomb
10 = Achat ou commerce de déchets électroniques ;
7777 = Autre _ Veuillez préciser : _____ ; 789 = Je n'ai jamais occupé plus d'un emploi [aller à 20].

18. Au cours de la semaine précédente, combien de jours avez-vous travaillé dans la manipulation de déchets électroniques à Dakar? _____ jours

19. Au cours de la semaine précédente, avez-vous procédé à _____ pendant au moins une heure?

- [Poser à nouveau la question pour chaque activité professionnelle répertoriée]
- a. Réparation électronique _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours
 - b. Collecte ou déchargement des déchets électroniques _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours
 - c. Démantèlement des déchets électroniques _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours
 - d. Enlèvement du recouvrement des fils _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours
 - e. Triage des déchets électroniques _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours
 - f. Brûlage des déchets électroniques _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours
 - g. Brûlage de fils électriques uniquement _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours

5

- h. Collecte de fils après brûlage _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours
- i. Commerce ou vente de déchets électroniques _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours

j. Fonte de batteries au plomb _ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours
k. AUTRES: _____ Combien de jours avez-vous fait cela: _____ jours

**20. En moyenne, combien d'heures par jour avez-vous travaillé la semaine dernière?
_____ heures par jour**

21. le dernier jour où vous avez travaillé, avez-vous _____ pendant au moins 30 minutes?

(Posez une question pour chaque activité de travail énumérée et arrondissez à l'heure la plus proche)

- a. Réparer des appareils électroniques _ Combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures
- b. Récupérer ou décharger les déchets électroniques _ Pendant combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures
- c. Démanteler les déchets électroniques _ Combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures
- d. Enlever le recouvrement des fils _ Combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures
- e. Trier les déchets électroniques _ Combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures
- f. Brûler les déchets électroniques _ Combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures
- g. Brûler que les fils électriques _ Combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures
- h. Récupérer les fils après les avoir brûlé _ Combien de temps avez-vous fait ceci: _____ heures
- i. Acheter ou vendu des déchets électroniques _ Pendant combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures

6

- j. Fondu des batteries au plomb _ Combien de temps avez-vous fait cela: _____ heures
- k. AUTRE: _____ Depuis combien de temps faites-vous cela: _____ heures

22. Au cours du mois passé, quel travail avez-vous fait le plus? [Marquer la réponse]

1= Réparer les déchets électroniques ; 2 = Collecter des déchets électroniques ; 3 = Faire le tri des déchets électroniques ; 4 = Procéder au retrait du revêtement des fils ; 5 = Démontage de l'équipement électronique ; 6 = Brûlage de déchets électroniques ; 7 = Brûlage de fils uniquement ; 8 = Collecte des cendres des fils après la combustion ; 9 = Fusion du plomb
10 = Achat ou commerce de déchets électroniques ;
7777 = Autre _ Veuillez préciser : _____ ; 789 = N'a pas travaillé le mois passé

23. Au cours de votre vie, avez-vous travaillé dans d'autres villes ou pays pour la manipulation de déchets électroniques ou de ferraille?

1 = Oui 2 = Non

23A. Si oui, pour combien de temps ? _____ (nombre d'années ou de mois si moins d'un an)

24. S'il vous plaît, dites-moi si vous pensez que l'un des travaux que vous avez fait depuis

que vous manipulez les déchets électroniques à Dakar vous ont causé les problèmes suivants.

Symptômes Irritation ou
brûlure des
yeux, du nez
ou de la
gorge?

Respiration
sifflante ou
sifflement
dans votre
poitrine à part
les rhumes?
Essoufflement,
difficulté à
reprendre son
souffle ou
sensation
d'étouffement?

Serrement
de poitrine
ou sensation
d'une bande
autour de la
poitrine?

Autre
problème :

Veuillez
décrire
Réparation des
déchets
électroniques

1

Oui

2

Non

1

Collecte des
déchets
électroniques

1

Oui

2

Non

Non
1
Oui
2
Non

Tri des déchets électroniques
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non

Retrait du revêtement des fils
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non

Démontage de l'équipement électronique
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non

Brûlage de

déchets
électroniques

- 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non

Brûlage de fils
uniquement

- 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non

Collecte des
cendres des fils
après la
combustion

- 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non
 1
Oui
 2
Non

Fusion du plomb 1

- Oui
 2
Non
 1
Oui
 2

Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non

Achat ou vente de déchets électroniques
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non

Autre emploi (signaler plus haut)
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non
1
Oui
2
Non

Si le participant n'a jamais occupé d'emploi comportant des risques respiratoires, marquer 789 et passez à 29

25. Pensez au dernier jour où vous avez travaillé à brûler des fils électriques, à brûler des déchets électroniques, à ramasser les cendres des fils après la combustion ou à fondre du plomb. Qu'est-ce qui a servi à allumer le feu?

1 = Polystyrène 2 = Essence/kérosène 3 = Pneus 4 = Seulement des briquets et des allumettes 5 = sciure 6 = Coquille de noix de coco

7777 = Autre Veuillez décrire: _____ 789 = Je ne sais pas [aller à 29]

26. Est-ce la façon habituelle d'allumer un feu? _____

8

- 1- Oui [aller à 29]
2- Non

26A. Dans la négative, que fait-on habituellement?

789 = Je ne sais pas.

27. Dans votre travail, portez-vous régulièrement des vêtements ou de l'équipement de sécurité comme des gants, des bottes, des bouchons d'oreille ou des masques antipoussière ?

1 = Oui 2 = Non [aller à 30]

27A. Si oui, quels vêtements ou équipements portez-vous régulièrement?

Lunettes de sécurité, lunettes de protection ou autres protections oculaires telles que masques faciaux? _____ 1 = Oui 2 = Non

Bottes ou chaussures à semelles de caoutchouc ? _____ 1 = Oui 2 = Non

Gants ? _____ 1 = Oui 2 = Non

Masque anti-poussière ou respirateur? _____ 1 = Oui 2 = Non

Un pantalon long ? _____ 1 = Oui 2 = Non

Bouchons d'oreille ou cache-oreilles pour bloquer le son? _____ 1 = Oui 2 = Non

Casque? _____ 1 = Oui 2 = Non

Exemples d'équipements de sécurité

9

PARTIE 4. HISTOIRE DE L'EMPLOI

Je vais maintenant vous poser quelques questions sur tous les emplois que vous avez occupés pendant au moins 6 mois dans votre vie.

28. En même temps que de travailler dans la manipulation des déchets électroniques à Dakar, avez-vous fait d'autres travaux au cours du dernier mois?

1 = Oui 2 = Non [aller à 31] 789 = N'a pas travaillé à Dakar pendant un total d'un mois [aller à 31].

28A. Si oui, veuillez décrire vos autres emplois actuels.

Titre du travail Description du travail Nom de

l'employeur / [si

c'est la famille,

écrire "famille"]

Heure

moyenne

/ semaine

Début

(MM/AAAA

)

1.

2.

10

29. Outre le travail dans le secteur des déchets électroniques à Dakar, avez-vous déjà occupé un emploi quelconque pendant au moins 6 mois?

1 = Oui 2 = Non [aller à 35].

29A. Pensons aux emplois que vous avez occupés pendant six (6) mois ou plus.

Commencez par le plus récent et remontez à partir de là. Pour votre emploi le plus récent avant Dakar, quel était votre titre? Etc.

HISTOIRE DE L'EMPLOI

Titre du
travail

Description du
travail

Nom de l'employeur /
[si c'est la famille,
écrire "famille"]

Heure
moyenne /

semaine

Début

(MM/AA

AA)

Fin (MM/

AAAA)

1.

2.

3.

4.

5.

6.

30. Dans vos emplois précédents, pensez-vous avoir été exposé à l'un ou l'autre des éléments suivants?

Liste d'exposition Quel emploi dans le passé?

30A) Fumée provenant de champs en feu ou de parcs à ferraille
(titre de l'emploi)

11

30B) Plomb, mercure, arsenic, cobalt, chrome, carbure de tungstène
"métal dur", autres métaux

(titre de l'emploi)

30C) Exploitation minière

(titre de l'emploi)

30D) Amiante, silice, poussière de charbon, poussière de bois, poussière de céréales ou autre poussière

(titre de l'emploi)

30E) Solvants/dégraissants

(titre de l'emploi)

30F) Produits d'origine animale ou végétale (coton, peaux d'animaux, matériels infectieux, etc.)

(titre de l'emploi)

30G) Travaux de fonderie / Forgeron

(titre de l'emploi)

30H) Fumées ou fumées de soudage

(titre de l'emploi)

30I) Formaldéhyde

(titre de l'emploi)

30J) Pesticides (" poison ")

(titre de l'emploi)

30K) Y a-t-il d'autres produits chimiques ou d'autres types d'exposition que vous pensez que nous devrions connaître?

(titre de l'emploi)

31. Croyez-vous que l'un de vos emplois précédents ou secondaires vous a causé l'un ou l'autre des problèmes spécifiques suivants?

12

31A. 1

Irritation ou brûlure des yeux, du nez ou de la gorge?

(Titre de l'emploi)

31B. 2

Toux?

(Titre de l'emploi)

31C. 3

Respiration sifflante ou sifflement dans votre poitrine en dehors d'un rhume?

(Titre de l'emploi)

31D. 4

Essoufflement, difficulté à reprendre votre souffle ou sensation d'étouffement?

(Titre de l'emploi)

31E. 5

Serrement de poitrine ou sensation d'une bande autour de la poitrine?

(Titre de l'emploi)

PARTIE 5 : DISPOSITIONS DE VIE

32. Lorsque vous travaillez, où dormez-vous habituellement après le travail?

1 = Sur le site (atelier/ décharge) 2 = Hors du site, mais à moins de 1 km 3 = A plus de 1 km

33. L'endroit habituel où vous dormez est?

1 = Chambre louée/ Immeuble 2 = Kiosque/Boutique louée 3 = Espace ouvert (pas de murs et/ou pas de plafond) 4 = Mosquée 5 = Maison individuelle 6 = Maison familiale

7 = Maison en terre battue 7777 = Autre Veuillez décrire:

34. Depuis combien de temps dormez-vous là-bas?

_____ ans, _____ mois, _____ jours

35. À l'endroit où vous dormez actuellement, possédez-vous l'un des articles suivants?

A. Téléphone intelligent

"Whatsapp phone"?

1

Oui

2

Non

B. Lave-linge? 1

Oui

2

Non

13

C. Un autre type de téléphone portable?

1

Oui

2

Non

D. Ordinateur? 1

Oui

2

Non

E. Lit? 1

Oui
2
Non
F. Appareil photo numérique?
1
Oui
2
Non
G. Horloge murale 1
Oui
2
Non
H. Appareil photo non numérique?
1
Oui
2
Non
I. Une radio? 1
Oui
2
Non
J. Lecteur vidéo? 1
Oui
2
Non
K. Table? 1
Oui
2
Non
L. DVD/ VCD ? 1
Oui
2
Non
M. Meuble / Armoire? 1
Oui
2
Non
N. Machine à coudre? 1
Oui
2
Non
O. Un téléphone fixe? 1
Oui
2
Non
P. Une télévision en noir et blanc?
1
Oui
2
Non
Q. L'électricité? 1
Oui
2
Non
R. Une télévision couleur? 1
Oui
2
Non
S. Un réfrigérateur? 1
Oui
2
Non
T. Voiture ou camion? 1

Oui
2
Non
U. Un ventilateur de plafond?
1
Oui
2
Non
V. Motocyclette ou scooter 1
Oui
2
Non
V. Climatiseur 1
Oui
2
Non
W. Un congélateur? 1
Oui
2
Non
Y. Bicyclette? 1
Oui
2
Non
Z. Générateur électrique/Onduleur (s)?
1
Oui
2
Non
AA. Chariot manuel? 1
Oui
2
Non

36. Là où vous vivez habituellement, est-ce que quelqu'un cuisine à l'intérieur? _____

1 = Oui 2 = Non [aller à 40]

37A. Dormez-vous dans la même chambre que celle où la cuisine est faite? _____

1 = Oui [aller à 41] 2 = Non

38. Où la cuisine se fait-elle habituellement? _____

1 = Dans une chambre séparée de celle où je dors, mais dans le même complexe.

2 = A l'extérieur

3 = Aucune cuisine n'est faite, je n'achète que de la nourriture [aller à 45]

14

7777 = Autre Veuillez décrire: _____

8888 = Ne sais pas

39. Quels types de combustibles sont utilisés pour la cuisson? Cochez toutes les cases qui s'appliquent

Électricité Kérosène Charbon de bois Bois / bois de feu GPL / Gaz
Gaz naturel Biogaz Paille/arbuste/herbe Résidus de cultures agricoles

Fumier d'animaux Pas de nourriture cuite à la maison

Autre Veuillez décrire _____ Ne sais pas

40. Laquelle des sources d'énergie que vous venez de décrire est utilisée le plus souvent?

Marquer la réponse

1 = Électricité 2 = Kérosène 3 = Charbon de bois 4 = Bois / bois de feu 5 = GPL / Gaz
6 = Gaz naturel 7 = Biogaz 8 = Paille/arbuste/herbe 9 = Résidus de cultures agricoles
10 = Fumier d'animaux 11 = Pas de nourriture cuite à la maison

7777 = Autre Veuillez préciser le type : _____ 8888 = Ne sais pas

41. Est-ce que la nourriture est cuite sur un/une : Cochez toutes les cases qui s'appliquent

- 1- Feu ouvert (avec du bois de chauffage)
- 2- Poêle/chaudière à charbon avec méthode de ventilation (p. ex., cheminée)
- 3- Poêle/chaudière à charbon sans méthode de ventilation
- 4- cuisinières GPL

7777- Autre Veuillez préciser le type : _____

8888- Ne sais pas

42. Quelle est la méthode de cuisson la plus souvent utilisée? Marquer la réponse _____

1 = Feu ouvert (avec du bois de chauffage)

2 = Poêle/chaudière à charbon avec méthode de ventilation (p. ex., cheminée).

15

3 = Poêle/chaudière à charbon sans méthode de ventilation

4 = cuisinières GPL

7777 = Autre Veuillez préciser le type : _____

8888 = Ne sais pas

43. Où avez-vous logé juste avant l'endroit où vous dormez actuellement? _____

1 = Chambre louée/ Immeuble 2 = Kiosque/Boutique louée 3 = Espace ouvert (pas de murs et/ou pas de plafond) 4 = Mosquée 5 = Maison individuelle 6 = Maison familiale

7 = Maison en terre battue 7777 = Autre Veuillez décrire: _____

44. Où se trouvait cet endroit?

1 = Dans Dakar 2 = En dehors de Dakar _____ Précisez le lieu (pays, région): _____

45. Avez-vous déjà vécu, y compris lorsque vous étiez enfant, dans d'autres endroits pendant 6 mois ou plus où quelqu'un faisait la cuisine à l'intérieur de son logement?

1 = Oui 2 = Non [aller à 48] 888 = Ne sais pas [aller à 48]

45A. Dans l'affirmative, veuillez indiquer l'endroit où elle (cuisine) se trouvait et remplir le reste du tableau.

Pays ou région Sénégal Dormez-vous dans la même chambre que celle où vous cuisinez?

Date de début
(MM/AAAA)

Date de fin
(MM/AAAA)

1. 1

Oui 2

Non 888

Ne sais pas

2. 1

Oui 2

Non 888

Ne sais pas

3. 1

Oui 2

Non 888

Ne sais pas

PARTIE 6 : ÉTAT DE SANTÉ

Maintenant, je vais vous poser quelques questions sur votre santé.

46. Diriez-vous que votre santé en général est :

1 = Excellente 2 = Très bonne 3 = Bonne 4 = Moyenne 5 = Mauvaise

16

47. Êtes-vous limité dans le type ou la quantité de travail que vous pouvez faire en raison d'une déficience ou d'un problème de santé?

1 = Oui 2 = Non [aller à 50]

47A. Si oui, quelle est cette déficience ou ce problème de santé :

47B. Si oui, comment limite-t-elle votre travail?

48. Combien de fois avez-vous eu des éruptions cutanées au cours des deux dernières semaines?

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

49. Combien de fois avez-vous eu des démangeaisons à l'anus au cours des deux dernières semaines?

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

50. Combien de fois avez-vous eu mal à la tête au cours des deux dernières semaines?

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

51. Combien de fois avez-vous eu un épisode de maux d'estomac au cours des deux dernières semaines?

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

52. Combien de fois avez-vous vu du sang dans votre urine au cours des deux dernières semaines? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

53. Combien de fois avez-vous vu du sang dans vos selles au cours des deux dernières semaines? _____

17

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

54. Combien de fois avez-vous toussé au cours des deux dernières semaines? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

55. Combien de fois avez-vous été essoufflé ou eu de la difficulté à respirer au cours des deux dernières semaines? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

56. Combien de fois avez-vous eu des étourdissements au cours des deux dernières semaines? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

57. Combien de fois avez-vous senti votre cœur battre anormalement au cours des deux dernières semaines? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

58. Combien de fois avez-vous eu la diarrhée au cours des deux dernières semaines? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

59. Combien de fois au cours des deux dernières semaines avez-vous eu de la fièvre? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

60. À quelle fréquence avez-vous eu des nausées au cours des deux dernières semaines? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

61. Combien de fois avez-vous vomi au cours des deux dernières semaines? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

62. Avez-vous suivi un traitement contre les vers au cours des trois derniers mois? _____

1 = Oui 2 = Non 888 = Ne sais pas

63. Avez-vous éprouvé des tremblements (tremblements dans les doigts ou les mains) rendant l'écriture difficile (ou toute autre activité) au cours de la dernière année? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

18

64. Pensez-vous avoir perdu du poids récemment (lorsque vous n'essayez pas de perdre du poids, c.-à-d. que vous ne faites pas de régime)? (Pensez-vous que vos vêtements sont trop grands pour vous en raison d'une perte de poids?) _____

1 = Oui 2 = Non 888 = Ne sais pas

789 = Si "Jamais" à tous les problèmes de santé ci-dessus, passez à la question 69.

65. Avez-vous cherché un traitement pour l'un de ces problèmes ou conditions que vous aviez? _____

1 = Oui 2 = Non [aller à 69] 888 = Ne sais pas [aller à 69]

66. Si oui, où avez-vous reçu le traitement pour l'affection la plus grave? _____

[Cochez tout ce qui s'applique]

1 = Automédication 2 = Guérisseur traditionnel 3 = Magasin de médicaments/pharmacie

4 = Clinique/hôpital 777 = Autre Veuillez préciser : _____

67. Un médecin ou un professionnel de la santé vous a-t-il déjà dit que vous souffrez de l'un des troubles médicaux suivants? _____

67A. Hypertension artérielle _____

Si oui, Prenez-vous des médicaments pour cela ? _____

1 = Oui 2 = Non 888 = Ne sais pas

67B. Maladie du sucre/ Diabète sucré _____

Si oui, Prenez-vous des médicaments pour cela ? _____

1 = Oui 2 = Non 888 = Ne sais pas

67C. Teneur élevée en matières grasses dans le sang / Taux élevé de cholestérol _____

Si oui, Prenez-vous des médicaments pour cela ? _____

1 = Oui 2 = Non 888 = Ne sais pas

19

68. Au cours des 12 derniers mois, à quelle fréquence avez-vous bu habituellement de l'alcool? _____

Une boisson équivaut à 1 canette ou verre de bière, 1 verre de liqueur, 1 verre de vin (150ml), 2 verres de vin de palme, ou 0,5 calebasse de pito.

[Choisissez-en un seul]

1 = Tous les jours 2 = 5 à 6 fois par semaine 3 = 3 à 4 fois par semaine 4 = Deux fois par semaine 5 = Une fois par semaine 6 = 2 à 3 fois par mois 7 = Une fois par mois
8 = 3 à 11 fois au cours de la dernière année 9 = 1 ou 2 fois au cours de la dernière année
10 = Je n'ai jamais bu d'alcool de ma vie [ALLER À 71] 11- Je n'ai pas bu d'alcool au cours de la dernière année, mais j'en ai bu dans le passé.

68A. Au cours de votre vie, quel est le nombre maximal de bouteilles d'alcool que vous avez bu au cours d'une période de 24 heures? _____

1 = 36 boissons ou plus 2 = 24 à 35 boissons 3 = 18 à 23 boissons 4 = 12 à 17 boissons
5 = 8 à 11 boissons 6 = 5 à 7 boissons 7 = 4 boissons 8 = 3 boissons 9 = 2 boissons
10 = 1 boisson

69. À quelle fréquence vous lavez-vous les mains avant de manger? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

69A. À quelle fréquence vous lavez-vous les mains avec du savon? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

70. À quelle fréquence vous lavez-vous les mains après avoir déféqué? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

70A. À quelle fréquence vous lavez-vous les mains avec du savon? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

PARTIE 7 : ÉTUDE RESPIRATOIRE

20

Je vais vous poser quelques questions supplémentaires sur votre santé. La plupart d'entre elles concernent votre respiration. Dans la mesure du possible, j'aimerais que vous répondiez 'Oui' ou 'Non'.

Section I. Respiration sifflante et oppression thoracique

71. Avez-vous déjà eu une respiration sifflante (bruit dans votre poitrine lorsque vous respirez) dans votre poitrine au cours des 12 derniers mois?

1

Oui

2

Non

71A. Avez-vous été essoufflé lorsque le bruit de votre respiration était sifflant?

1

Oui

2

Non

71B. Avez-vous déjà eu cette respiration sifflante ou ce sifflement lorsque vous n'aviez pas de rhume ou de grippe?

1

Oui

2

Non

72. Avez-vous été réveillé par une sensation d'oppression dans votre poitrine au cours des 12 derniers mois?

1

Oui

2

Non

Section II. Essoufflement

73. Avez-vous eu une crise d'essoufflement au cours de la journée lorsque vous étiez au repos au cours des 12 derniers mois?

1

Oui

2

Non

Non

74. Avez-vous eu une crise d'essoufflement à la suite d'une course ou d'un exercice au cours des 12 derniers mois?

1

Oui

2

Non

75. Avez-vous été réveillé par une crise d'essoufflement au cours des 12 derniers mois?

1

Oui

2

Non

Section III. Toux et mucosités de la poitrine

76. Avez-vous été réveillé par une crise de toux au cours des 12 derniers mois?

1

Oui

2

Non [aller à 79]

76A. D'habitude, tu tousses à la première heure le matin? 1

Oui

2

Non

77. Toussez-vous habituellement le reste de la journée ou la nuit?

1

Oui

2

Non [aller à 80]

77A. Toussez-vous comme ça la plupart des jours/nuits pendant au moins trois mois au cours de chacune des deux dernières années?

1

Oui

2

Non

78. D'habitude, tu soulèves des mucosités de ta poitrine à la première heure du matin?

1

Oui

2

Non

21

79. Avez-vous l'habitude de soulever des mucosités de votre poitrine pendant la journée ou la nuit?

1

Oui

2

Non [aller à 82]

79A. Soulevez-vous des mucosités comme celles-ci la plupart des jours/nuits pendant au moins trois mois au cours de chacune des deux dernières années?

1

Oui

2

Non

Section IV. Respiration

80. Avez-vous déjà eu des problèmes respiratoires? 1

Oui

2

Non [aller à 83]

80A. Vous avez ce problème :

Donnez toutes les options en même temps, et insérez la croix (X) à côté d'une seule réponse

1

En continu pour que votre respiration ne soit jamais tout à fait correcte?

2

A plusieurs reprises, mais elle disparaît complètement entre les moments où elle vous trouble?

3

Seulement rarement?

81. Avez-vous de la difficulté à marcher en raison d'une affection autre qu'une maladie cardiaque ou pulmonaire?

1

Oui, veuillez préciser l'état :

2

Non

82. Êtes-vous gêné par l'essoufflement lorsque vous marchez vite sur un terrain plat?

1

Oui

2

Non [aller à 85]

82A. Avez-vous de la difficulté à respirer en marchant avec d'autres personnes de votre âge sur un terrain plat?

1

Oui

2

Non

82B. Devez-vous respirer plus vite lorsque vous marchez à votre rythme sur un terrain plat?

1

Oui

2

Non

Section V. Asthme

83. Avez-vous déjà souffert d'asthme? 1

Oui

2

Non [aller à 92]

83A. Si oui, cela a-t-il été confirmé par un médecin? 1

Oui

2

Non

83B. Quel âge aviez-vous lorsqu'on vous a dit pour la première fois que vous souffriez d'asthme?

_____ ans
22

Les références suivantes à la "crise" d'asthme font référence à des épisodes de respiration sifflante, essoufflement, oppression thoracique ou toux attribuée à l'asthme

84. Quel âge aviez-vous lorsque vous avez eu votre première crise d'asthme?

_____ ans
85. Quel âge aviez-vous lorsque vous avez eu votre dernière crise d'asthme?

_____ ans

86. Avez-vous eu une crise d'asthme au cours des 12 derniers mois?

1

Oui

2

Non [aller à 89]

86A. Combien de fois avez-vous eu une crise d'asthme au cours des 12 derniers mois?

1

Tous les jours

2

Plus de deux fois par semaine

3

Plus d'une fois par mois

4

3 à 12 fois dans l'année

5

1 à 2 fois dans l'année

87. Vos symptômes thoraciques sont-ils causés ou aggravés par l'un ou l'autre des facteurs suivants?

[Répondre à toutes les questions]

87A. Contact avec des animaux 1

Oui 2

Non

87B. Herbe ou fleurs 1

Oui 2

Non

87C. Exercice intense 1

Oui 2

Non

87D. Respirer de l'air froid 1

Oui 2

Non

87E. Poussières ou aérosols au travail 1

Oui 2

Non

87F. Exposition à des fumées ou autres au travail 1

Oui 2

Non

87G. Fumée de tabac 1

Oui 2

Non

87H. Changement de temps 1

Oui 2

Non

88. Vos symptômes à la poitrine semblent-ils s'améliorer ou s'aggraver lorsque vous êtes absent du travail (par exemple, les fins de semaine, en dehors des heures de travail et les jours fériés)?

1

Rester le même

2

S'améliorer

3

Pire

23

Section VI. Questions sur la tuberculose

90. Quel âge aviez-vous quand on vous a dit que vous aviez un deuxième épisode de tuberculose?

_____ Année

888

Ne sais pas

91. Pendant combien de temps avez-vous pris des médicaments pour ce deuxième épisode?

_____ mois

1

N'a pas pris de médicaments

92. Vous avez toujours la tuberculose? 1

Oui 2

Non

888

Ne sais pas

93. Un médecin vous a-t-il déjà dit que vous aviez la tuberculose pulmonaire ou la tuberculose?

1

Oui 2

Non [aller à 99]

94. Quel âge aviez-vous lorsqu'on vous a dit pour la première fois que vous aviez la tuberculose?

_____ année

888

Ne sais pas

95. Pendant combien de temps avez-vous pris des médicaments contre la tuberculose? (Premier) épisode de TB?

_____ mois

1

N'a pas pris de médicaments

96. Un médecin vous a-t-il déjà dit que vous avez eu un deuxième épisode de tuberculose?

1

Oui 2

Non [aller à 99]

Section VI. Fumeur

4

jamais absent au travail

89. Est-ce que le fait d'être au travail vous oppresse la poitrine ou augmente le rythme de votre respiration?

1

Oui

2

Non [aller à 92]

89A. Quand avez-vous remarqué pour la première fois des problèmes d'oppression thoracique ou de respiration sifflante au travail?

Date:

Mois _____ année _____

89B. Y a-t-il quelque chose avec lequel vous travaillez qui vous cause ces symptômes thoraciques?

1

Oui

2

Non

89C. D'après vous, qu'est-ce qui cause ces symptômes? Ecrire la réponse:

24

97. Avez-vous fumé au moins 100 cigarettes au cours de votre vie (ce qui équivaut à environ 5 paquets)? _____

1 = Oui 2 = Non [aller à 105]

98. Fumez-vous des cigarettes maintenant? _____

1 = Oui [aller à 93] 2 = Non

99. Quel âge aviez-vous quand vous êtes arrêté pour de bon? _____ ans

100. Quel âge aviez-vous quand vous avez commencé? _____ ans

101. Depuis que vous avez commencé à fumer, y a-t-il eu des périodes pendant lesquelles vous n'avez pas fumé?

1 = Oui 2 = Non [aller à 104]

101A. Si oui, combien d'années n'avez-vous pas fumé? _____ ans

102. Pendant toutes les périodes où vous fumiez, combien de cigarettes fumiez-vous en moyenne par jour? _____ cigarettes par jour

PARTIE 8 : FACTEURS DE STRESS

Maintenant, je vais vous interroger sur le stress dans votre vie.

103. Au cours du dernier mois, combien de fois avez-vous été bouleversé à cause de quelque chose qui s'est produit de façon inattendue? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

104. Au cours du dernier mois, combien de fois avez-vous senti que vous étiez incapable de contrôler les choses importantes dans votre vie? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

105. Au cours du dernier mois, à quelle fréquence vous êtes-vous sentie nerveuse et "stressée"? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

25

106. Au cours du dernier mois, combien de fois avez-vous eu confiance en votre capacité à gérer vos problèmes personnels? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

107. Au cours du dernier mois, combien de fois avez-vous eu l'impression que les choses allaient dans votre sens? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

108. Au cours du dernier mois, combien de fois avez-vous constaté que vous ne pouviez pas faire face à toutes les choses que vous aviez à faire? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

109. Au cours du dernier mois, à quelle fréquence avez-vous réussi à contrôler les imprévus dans votre vie? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

110. Au cours du dernier mois, combien de fois avez-vous eu l'impression d'être au courant de tout? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

111. Au cours du dernier mois, combien de fois avez-vous été en colère à cause de choses qui sont arrivées et qui échappaient à votre contrôle? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

112. Au cours du dernier mois, combien de fois avez-vous eu l'impression que les difficultés s'accumulaient à un point tel que vous ne pouviez les surmonter? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

PARTIE 9 : FACTEURS DE RISQUE DU STRESS AU TRAVAIL

Maintenant, je vais vous interroger sur les exigences du travail et les conditions de travail.

113. À quelle fréquence vous sentez-vous épuisé après le travail? _____

26

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

114. A quelle fréquence êtes-vous exposé à des conditions physiques défavorables dans votre travail (par exemple, climat défavorable, bruit, produits chimiques, objets tranchants ou en mouvement, surfaces glissantes, travail répétitif constant, levage lourd ou travail pénible)? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

115. Avez-vous un superviseur à qui vous vous présentez au travail? _____

1 = Oui 2 = Non

116. À quelle fréquence quelqu'un d'autre décide-t-il de vos méthodes de travail, de votre rythme et/ou vous commande? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

117. Combien de fois avez-vous l'impression de ne pas recevoir l'appui de votre superviseur ou de vos collègues de travail? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

118. A quelle fréquence subissez-vous de la violence ou du harcèlement au travail?

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

119. Combien d'heures travaillez-vous par jour? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

120. À quelle fréquence travaillez-vous le soir/la nuit? _____

1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

121. Vous travaillez parfois le week-end? _____

1 = Samedi seulement 2 = Dimanche seulement 3 = Samedi et dimanche 4 = Non [aller à

124]

121A. À quelle fréquence travaillez-vous ce jour-là ou les deux? _____
1 = Rarement 2 = Fréquemment 3 = Toujours

27

122. À quelle fréquence votre travail interfère-t-il avec vos responsabilités familiales ou vos activités de loisirs? _____
1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

123. A quelle fréquence estimez-vous que votre revenu ne suffise pas à subvenir à vos besoins et à ceux de votre famille? _____
1 = Jamais 2 = Rarement 3 = Fréquemment 4 = Toujours

PARTIE 10 AUTRES INFORMATIONS

Y a-t-il autre chose que vous aimeriez dire, peut-être en rapport avec cette enquête, votre vie, votre travail ou votre santé?

Si vous avez répondu Oui, veuillez expliquer :

Nous vous remercions de votre coopération et de votre patience. Vous êtes arrivé à la fin du questionnaire.

[FIN DU QUESTIONNAIRE]

28

ANNEXE II

LETTRE D'INFORMATION AU PARTICIPANT

(Personne âgé de plus de 15 ans)

Evaluation des risques liés à la manipulation des déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) en Afrique de l'Ouest : cas du Sénégal

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
Faculté de Médecine, de Pharmacie et **d'Odontologie**
Laboratoire de Toxicologie et Hydrologie

Chercheur principal : Professeur Mamadou FALL

Tél : 00221 77 454 99 00

Mail: madoufal@gmail.com

Investigateurs :

Dr Fatou Kiné SYLLA (Post-Doctorante)

Mor MBODJI (Doctorant)

Robert FAOMOWE FOKO (Doctorant)

Moussa TOURE (Mémoire de Master)

Institutions partenaires : Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD); Laboratoire de Toxicologie et d'Hydrologie (LTH)

NOTICE D'INFORMATION

Avant de décider si vous participez à cette recherche biomédicale, prenez le temps de lire les informations suivantes. Elles décrivent l'objectif, les procédures, les bénéfices et les risques de l'étude. Elles expliquent votre droit à vous retirer de l'étude à tout moment.

Votre participation à cette étude est contribution aux efforts de la recherche, ce qui aidera d'autres personnes à l'avenir. Vous bénéficierez également d'une connaissance de votre état des voies respiratoires gratuit, précédée d'une consultation clinique. Si vous choisissez de participer, il vous sera demandé de signer le formulaire de consentement dont un exemplaire vous sera remis. Si vous refusez à tout moment de poursuivre l'étude, ceci n'aura pas de conséquence sur l'obtention de vos résultats.

➤ Objectif de l'étude

Nous vous proposons de participer à cette étude qui va procéder à une évaluation des risques sanitaires liés à la manipulation des déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) au Sénégal. Les résultats de cette étude permettront de voir si :

- La prévalence des symptômes et affections respiratoires au sein des manipulateurs est la plus élevée dans la catégorie des recycleurs
- Les facteurs liés à l'exposition professionnelle des manipulateurs de D3E sont associés à la survenue ou à l'exacerbation de problèmes respiratoires

➤ Description de l'étude

Si vous acceptez de participer à cette étude, vous aurez à :

- Répondre aux questionnaires qui vous seront soumis,
- Effectuer un examen clinique portant sur votre état de santé,
- Mettre à la disposition des investigateurs une prise de sang et d'urine pour des analyses,
- Effectuer une exploration fonctionnelle des voies respiratoires avec prise de Ventoline (Bronchodilatateur).

12h avant l'exploration fonctionnel (à partir de 21h la veille), vous ne devriez pas avoir pris de boisson ou de médicaments pouvant modifier le diagnostic (gingembre, ...).

Une copie de vos résultats d'examen et d'analyse vous sera transmise au terme de l'étude ainsi que les conclusions observées.

Votre participation à cette étude est libre et vous pouvez y mettre fin à tout moment sans que cela change vos relations avec l'équipe en charge du travail, demander à tout moment que le(s) données recueillies vous soient restituées.

L'ensemble des données et renseignements qui seront recueillies au cours de cette étude sont strictement confidentielles et à usage exclusif des investigateurs concernés. Les informations seront traitées de façon anonyme et confidentielle.

ANNEXE III

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT LIBRE ECLAIRE

Evaluation des risques liés à la manipulation des D3E en Afrique de l'Ouest : cas du Sénégal

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie

Laboratoire de Toxicologie et Hydrologie

Investigateur principal : Fatou Kiné SYLLA, Mor MBODJI, Robert FAOMOWE FOKO

Directeurs d'étude : Pr Mamadou FALL

Institutions partenaires : Université Cheikh Anta Diop de Dakar ; Laboratoire de Toxicologie et d'Hydrologie UCAD

Je certifie avoir donné mon accord pour participer à une étude. J'accepte **volontairement** de participer à cette étude. Je comprends que ma participation n'est pas obligatoire et que je peux stopper ma participation à tout moment sans avoir à me justifier ni encourir aucune responsabilité. Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités et je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Au cours de cette étude, j'accepte que soient recueillies des données sur ma personne, mon milieu de travail, mon milieu de vie, mon état de santé et j'accepte d'effectuer un examen respiratoire clinique et / ou spirométrique. Je comprends que les informations recueillies sont strictement confidentielles et à usage exclusif des investigateurs concernés.

J'ai été informé que mon identité n'apparaîtra dans aucun rapport ou publication et que toute information me concernant sera traitée de façon confidentielle. J'accepte que les données enregistrées à l'occasion de cette étude puissent être conservées dans une base de données et faire l'objet d'un traitement informatisé non nominatif par l'Unité de toxicologie de l'Université CHEIKH ANTA DIOP de Dakar.

Date : / ____ / ____ / ____ /

Nom du volontaire : _____

Signature du volontaire

Lu et approuvé :

Nom de l'enquêteur : _____

Signature de l'enquêteur : _____