

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR (UCAD)



ECOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA VIE, DE LA SANTE ET DE  
L'ENVIRONNEMENT (ED-SEV)

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES (FST)

**Année : 2016**

**N° d'ordre: 201704**

**THESE UNIQUE DE DOCTORAT**

Spécialité : Sciences de l'Environnement

Présentée par **M. DIOMAYE DIENG**

**Titre :**

***Enjeux écotoxicologiques, socio-économiques et  
environnementaux des Déchets d'Equipements  
Electriques et Electroniques (DEEE) au Sénégal***

Soutenue le **12 janvier 2017** devant le jury composé de :

**Président :** M. Bienvenu SAMBOU, Maître-de Conférences ISE/ FST

**Rapporteurs:**

M. Adams Tidjani, Professeur titulaire, Département de Physique / FST/UCAD

M. Bassirou BA, Professeur titulaire, Département de Physique/FST/UCAD

M. Saliou NDIAYE, Maître-de Conférences, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture  
(ENSA), Université de Thiès

**Examineurs :**

M. Ibrahima LY, Professeur agrégé, Faculté des Sciences Juridiques et politiques/UCAD

M. Karim KONATE, Maître-de Conférences Département de Mathématiques  
Informatique/ FST/UCAD

M. Cheikh Fall, Docteur, Médecin, Institut de la Santé et du Développement (ISED)

**Directeur de thèse :** M. Cheikh Diop, Maître-de Conférences ISE/FST/UCAD

## *Remerciements*

*J'exprime ma profonde gratitude à mon encadreur, Monsieur Cheikh DIOP qui, malgré ses préoccupations professionnelles, a accordé beaucoup de temps à ce travail de recherche. En effet, lors de la soutenance publique de mon Diplôme d'Etudes Approfondie (DEA) à l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), la poursuite des travaux sur la problématique des DEEE a été une recommandation du jury. Cher encadreur, vous m'avez aidé à relever ce défi. Soyez en remercié.*

*J'exprime mes sincères remerciements au professeur Bienvenu SAMBOU, Directeur de l'ISE qui m'a guidé et invité à embrasser avec passion la recherche scientifique.*

*Je remercie les membres du jury qui ont bien accepté de lire et d'évaluer cette thèse malgré leurs charges professionnelles.*

*Je remercie toute l'équipe du Laboratoire d'Etudes Environnementales des Milieux Urbains (LEEMUR) et particulièrement le Docteur El hadji Mamadou Sonko pour sa participation à l'amélioration de ce document. Ma reconnaissance va à l'endroit de M. Mamané Djitté, Mme Aby Sonko et de M. Jean Birane Gningue pour leur travail décisif sur la problématique des e-déchets.*

*Je rends hommage à feu **ISMAELA DIOUF** arraché à notre affection le 25 novembre 2016 pour tous les efforts et services qu'il a rendus à l'ISE, à notre équipe de recherche ainsi qu'à la communauté. Puisse Allah (SWT) l'accueillir au Paradis.*

*Je remercie aussi tous les diplômés et les enseignants de l'ISE ainsi que le personnel administratif et technique (M. Ndiaye Woula, M. Ndiaye Ousseynou, M. Cissé et Mme Linda Faye Ndione) pour leur générosité et les services qu'ils m'ont rendus.*

*Je remercie toute la trentième promotion de l'ISE pour la solidarité, l'entente et le respect mutuel.*

*Je remercie le Ministre de l'Environnement et du Développement Durable, M. Abdoulaye Baldé pour sa confiance en ma modeste personne lui ayant permis de m'élever au poste de Conseiller Technique de ce département.*

*Je remercie la Famille des Arts martiaux de l'UCAD et l'Association Nationale des Arts martiaux (ANAMS). La philosophie des arts martiaux qui inspire la patience, la tolérance, la probité et la maîtrise de soi m'a permis de persévérer dans la voie de la recherche. Je présente tous mes respects aux maîtres des clubs de l'université Cheikh Anta DIOP de Dakar et à mes compagnons d'armes infatigables (Maître Mamadou Diop, Me Yatma Lô, Me Ngom, Me Arona, Me Bousso, Me Badiane, Me Junior, Zaire, Kor, Saliou, Dioberane, Sanoune, Pierre, Cheikh Touré, Samba Faye, Khady).*

*Je remercie tous les camarades avec qui je travaille pour participer inlassablement à la gestion de la cité : Mme Thérèse Faye NDIIOUF, M. Boubacar Camara, Mme Aissatou Ndiaye TALL, M. Pape Malick Ndour, M. Ernest Ngom, M. Karim Sène...*

*Merci à tous mes ami (e)s : Yakhya Ben Abdallah Badiane, Abdou Ndao, Babacar Ndao, Papa Abdou Fall, Cheikh Diouf, Mor Sow, Ousmane khouma, Madeleine, Sara, ...*

# *Dédicaces*

*Ce travail est dédié*

*A ma chère mère, Marie DIAGNE pour tout son sacrifice et sa souffrance ayant donné le sens à mon existence ;*

*A mon cher Père, Diégane DIENG pour l'éducation et le bon suivi qu'il a assuré pour mes frères, mes sœurs et moi ;*

*A mes sœurs cadettes, Aissatou DIENG dite « Ayou bébé », Khady et Bineta pour toute leur affection envers moi ;*

*A mes grandes Sœurs Aissatou DIENG et Ami DIENG qui ont tant soufferts pour mon encadrement ;*

*A ma famille à Keur Massar (Tonton Paul, Philippe, Leo, Isidore et Augustin).*

## *Resumé*

La gestion des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE) ou e-déchets est un défi pour les autorités et les populations sénégalaises. L'augmentation et la diversité des équipements ainsi que les pratiques artisanales de recyclage mobilisant divers acteurs posent des problèmes de santé publique et d'environnement. Les objectifs de cette étude consistent à déterminer les caractéristiques des acteurs impliqués dans la gestion des déchets électroniques au Sénégal et leur connaissance des dangers ainsi qu'à analyser les impacts environnementaux des DEEE, les circuits et les modes de gestion appropriés. La méthodologie comporte la revue de la littérature, des entretiens et des visites de terrains.

Les résultats montrent que les jeunes et les hommes sont plus impliqués dans la gestion. Les acteurs de moins de 40 ans représentent 80,5% des importateurs/distributeurs et 63% des utilisateurs professionnels. 57,1% des recycleurs et 65,9% des réparateurs sont âgés au plus de 36 ans. Les acteurs de sexe masculin représentent respectivement 91,8%, 88%, 72,5%, 97,7% et 100% des importateurs/distributeurs, des utilisateurs professionnels, des ménages, des réparateurs et des recycleurs.

Par ailleurs, 66,4% des distributeurs, 67,3% des utilisateurs professionnels et 59,4% des ménages ignorent les dangers des DEEE. Les recycleurs, les récupérateurs et les réparateurs n'ont pas connaissance des risques associés aux composants toxiques de ces déchets et développent des activités informelles de recyclage.

La gestion des DEEE permet la création de richesse et d'emplois. Cependant, les populations et l'environnement restent exposés aux dangers liés aux substances toxiques. L'étude propose des mécanismes adéquats de gestion et de valorisation des DEEE pour encadrer le développement numérique et lutter contre la pollution et le chômage.

**Mots clés :** gestion, déchets, équipements électriques et électroniques, environnement, composants toxiques.

## *Abstract*

Electrical and Electronic Equipment Waste Management (EEEW) or e-waste is a challenge for Senegalese authorities and population. The increasing and diversity of equipment as well as local recycling practices that include various actors, engender issues related to public health and environment. The objectives of this research consist in determining the characteristics of actors involved in electronic waste management in Senegal and their understanding of the danger related to as well as to analyse the environmental impacts of EEEW, the value chain and the appropriate management methods. The methodology adapted includes literature review, interviews, surveys and site visits.

The findings show that young people and men are more involved in EEEW management. Actors under 40 years old represent 80.5% of importers/distributors and 63% of professional users. 57.1% of recyclers and 65.9% of repairers are over 36 years of age. Male actors respectively represent 91.8%, 88%, 72.5%, 97.7% and 100% of importers/distributors, professional users, households, repairers and recyclers.

Besides, 66.4% of distributors, 67.3% of professional users and 59.4% of households are unaware of the dangers of EEEW. Recyclers, collectors and repairers are unaware of the risks associated with the toxic components of these waste and are developing informal recycling activities.

The management of EEEW makes profits and creates employment. However, population and the environment remain exposed to the dangers of toxic substances. This study recommends appropriate mechanisms for the management and valorisation of EEEW to frame digital development and to fight against pollution and unemployment.

**Keywords:** management, waste, electrical and electronic equipment, environment, toxics components.

## *Sigles et Abréviations*

ADIE : Agence de l'Informatique de l'Etat

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

CAP : Centre Antipoison

CEDEAO : Communauté Economiques Des Etats de l'Afrique de l'Ouest

CET : Centre d'Enfouissement Technique

CHAT : Centre des Handicapés au Travail

CRDI : Centre de Recherche pour le Développement International

DBDE : Décabromodiphényle éther

DEEC : Direction de l'Environnement et des Etablissements Classées

DEEE : Déchets d'Equipements Electriques Electroniques

EEE : Equipements Electriques Electroniques

ENDA : Environnement Développement Action

HBCD : Hexabromocyclododécane

ISE : Institut des Sciences de l'Environnement

MDP : Mécanisme de Développement Propre

NTIC : Technologies de l'Information et de la Communication

OMD : Objectifs du Millénaires pour le Développement

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PBDE : Diphényles polybromés

PCB : Diphényles polychlorés

PNUE : Programme des Nations Unis pour l'Environnement

RSE : Responsabilité Sociétale d'Entreprise

SOCOCIM : Société ouest africaine des ciments

TBBPA : Tétrabromobisphénol A

TEOM : Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères

UCAD : Université Cheikh Anta Diop

UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

## Liste des figures

- Figure 1** : Zone d'étude  
**Figure 2** : Structure chimique du TBBPA  
**Figure 3** : Structure chimique du DBDE  
**Figure 4** : Structure chimique du HBCD  
**Figure 5**: Evolution des quantités de matériel entrant au Sénégal (en tonne)  
**Figure 6** : Répartition des Distributeurs par régions regroupées  
**Figure 7**: Répartition des utilisateurs professionnels par régions groupées  
**Figure 8** : Circuits des DEEE et acteurs impliqués dans leur gestion au Sénégal  
**Figure 9** : Schéma d'organisation du système de collecte et de la filière de gestion et de valorisation des DEEE au Sénégal  
**Figure 10** : Diagramme des interrelations entre les acteurs

## Liste des photos

- Photos 1, 2,3**: Objets d'arts conçus par les artisans de l'île de Gorée à partir des DEEE  
**Photo 4** : Cellule de Solidarité Numérique, DEEE à côté du lycée Kennedy  
**Photo 5** : Cellule de Solidarité Numérique, mélange de divers composants des DEEE jetés dans les herbes  
**Photo 6** : Cellule de Solidarité Numérique (Ex. SENECLIC), entreposage de matériel à l'air libre  
**Photo 7** : Cellule de Solidarité Numérique (Ex. SENECLIC), vue intérieure du magasin de stockage  
**Photo 8** : Disques durs et claviers rangés dans des casiers à la CSN  
**Photo 9** : Boîtes d'alimentation stockées dans un casier à la CSN

## Liste des tableaux

**Tableau 1** : Composants d'un ordinateur de 30kg.

**Tableau 2** : Propriétés physico-chimiques de quelques métaux lourds

**Tableau 3** : Quelques données toxicologiques des composants des DEEE (Miquel G., 2001)

**Tableau 4**: Flux interannuels de produits électroniques et électriques entrant au Sénégal de 2000 à 2007

**Tableau 5** : résultats des projections des flux d'entrée d'équipements électroniques et électriques au Sénégal en 2015

**Tableau 6**: Répartition des ménages selon la taille

**Tableau 7** : profil des Réparateurs

**Tableau 8** : Type de recyclage effectué suivant le niveau d'éducation

**Tableau 9** : Valeur (en FCFA) et poids (en Kg) des équipements de la série 85 importés au Sénégal

**Tableau 10** : Pourcentage des distributeurs selon le type de matériels vendus par régions groupées

**Tableau 11** : Répartition de quelques équipements selon la provenance et l'état à l'acquisition

**Tableau 12** : Coût d'acquisition de DEEE et prix du produit recyclé à Dakar

**Tableau 13** : Tarifs de reprise (€/tonne, en novembre 2010) de quelques composants des DEEE en Europe par l'entreprise *Revalorisation Recyclage Développement Environnement Formation Insertion* (Belgique)

**Tableau 14** : Répartition des distributeurs selon l'acceptation à reprendre les EEE inutilisables

**Tableau 15** : Répartition selon la connaissance des ménages de la dégradation de l'environnement par les DEEE et selon la région

**Tableau 16** : Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter le coût de traitement des DEEE

**Tableau 17** : Répartition des enquêtés prêts à verser 5% du prix de l'article pour supporter le cout de traitement des DEEE

**Tableau 18** : Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter 3% du prix de l'article pour participer au traitement des DEEE

**Tableau 19** : Pourcentages des utilisateurs professionnels selon l'action qu'ils sont prêts à mener pour la prévention du danger lié aux DEEE

***« Par délibération, la Faculté et l'Institut ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'ils n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation »***

## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	15
A) REVUE DE LA LITTERATURE.....	16
B) PROBLEMATIQUE.....	25
C) CADRE OPERATOIRE.....	28
C.1) Objectifs de l'étude.....	28
C.2) Méthodologie.....	29
C.2.1) Recherche documentaire.....	29
C.2.2) Collecte des données sur le terrain.....	30
C.2.3) Stage technique et évaluation des expériences existantes.....	33
C.2.4) Méthode d'analyse des résultats.....	33
C.3) Cadre de l'étude.....	34
<b>PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDES ÉCOTOXICOLOGIQUES ET ENCADREMENT JURIDIQUE DES DEEE</b> .....	37
<b>CHAPITRE I : ETUDES ECOTOXICOLOGIQUES DES DEEE</b> .....	38
I.1) Etude sur des métaux contenus dans les DEEE.....	41
I.1.1) Le Plomb (Pb).....	42
I.1.2) Le Cadmium (Cd).....	44
I.1.3) Le Mercure (Hg).....	45
I.2) Etude sur les Retardateurs de Flamme (RF) contenus dans les DEEE.....	46
I.2.1) Devenir des RFB dans l'environnement.....	49
I.2.2) Facteurs d'émission potentielle des RFB.....	50
I.2.3) Voies de contamination.....	51
I.2.4) Données toxicologiques des RFB et des autres composants des DEEE.....	52
<b>CHAPITRE II : ANALYSE DU CADRE JURIDIQUE APPLICABLE A LA GESTION DES DECHETS D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES</b> .....	56
II.1) Les instruments internationaux.....	56
II.1.1) Convention de Bâle.....	56
II.1.2) Convention de Bamako.....	57
II.1.3) Convention de Stockholm.....	58
II.1.4) Convention de Rotterdam.....	58
II.1.5) Directive Européenne spécifique aux DEEE.....	59

II.1.6) Directive européenne sur la limitation de l'usage de certaines substances dangereuses (ROHS) .....	60
II.2) Les textes nationaux applicables au DEEE .....	61
II.2.1) loi 2001-01 du 15 Janvier 2001 portant code de l'environnement .....	61
II.2.2) loi n° 96-06 du 22 mars 1996 portant code des collectivités locales et la loi n° 96-07 du 22 mars 1996 portant transfert des compétences environnementales aux collectivités locales .....	63
<i>Conclusion partielle</i> .....	64
<b>DEUXIÈME PARTIE : ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX</b> .....	66
<b>CHAPITRE I : FACTEURS AGISSANT SUR LA PRODUCTION DES DEEE</b> .....	67
I.1) Position géographique du Sénégal et les échanges commerciaux .....	67
I.2) Progrès technologiques .....	67
I.3) Lutte contre la fracture numérique .....	73
I.4) Obsolescence rapide des équipements .....	74
<b>CHAPITRE II : RESULTATS SUR LES ACTEURS IMPLIQUES DANS LA PRODUCTION DE DEEE</b> .....	76
II.1) Producteurs d'équipements électriques et électroniques .....	76
II.2) Profil des importateurs et des distributeurs .....	76
II.3) Profils des utilisateurs .....	79
II.4) Profil des acteurs de l'économie sociale solidaire .....	82
<b>CHAPITRE III: TYPOLOGIE, CIRCUITS ET GESTION DES DEEE</b> .....	89
III.1) Typologie des DEEE .....	89
III.2) Circuits et processus de gestion des DEEE .....	96
III.2.1) Distribution et importation .....	96
III.2.2) Utilisation .....	96
III.2.3) Valorisation, réparation et recyclage .....	98
III.2.4) Elimination et mise en décharge .....	101
III.2.5) Schéma récapitulatif du circuit et du processus de gestion des DEEE .....	102
<b>CHAPITRE IV : ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES DES DEEE</b> .....	103
IV.1) Création d'emplois .....	103
IV.2) Insertion sociale et formation aux techniques de gestion des DEEE .....	104
IV.3) Création de richesses pour les acteurs .....	105
<b>CHAPITRE V : ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DES DEEE</b> .....	109
V.1) Gestion des ressources naturelles et lutte contre les pollutions et les nuisances .....	109

V.2) Séquestration de carbone à travers la collecte et le recyclage des DEEE .....	111
CHAPITRE VI: ENGAGEMENT DES ACTEURS DANS LA GESTION DES DEEE .....	114
VI.1) Collecte par la reprise des DEEE par les distributeurs .....	114
VI.2) financement de la filière par les acteurs .....	115
V.2.1) Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter le coût de traitement des DEEE .....	117
VI.2.2) Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter le coût de traitement des DEEE équivalent à 5% du prix de l'article .....	118
VI.2.3) Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter 3% du prix de l'article pour participer au traitement des DEEE .....	120
VI.3) Promotion des bonnes pratiques .....	121
<i>Conclusion partielle</i> .....	123
<b>TROISIÈME PARTIE: ANALYSE DES CONTRAINTES ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS POUR LA GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES DEEE</b> .....	125
CHAPITRE I : ANALYSE DES CONTRAINTES DANS LA GESTION DES DEEE.....	126
I.1) Instabilité institutionnelle .....	127
I.2) Inefficacité et ineffectivité des textes applicables à la gestion des DEEE .....	128
I.2.1) Conventions internationales.....	128
I.2.2) Textes Nationaux .....	129
I.3) Faible niveau technique dans la gestion des DEEE.....	130
I.4) Manque d'information et de sensibilisation des acteurs.....	135
CHAPITRE II : CONTRIBUTIONS ATTENDUES DES ACTEURS DANS LA GOUVERNANCE DES DEEE.....	137
II.1) Décideurs et Organismes de développement .....	137
II.1.1) Au plan de la réglementation.....	137
II.1.2) Au plan du partenariat .....	140
II.1.3) Promotion de la recherche-développement sur les DEEE.....	141
II.2) Producteurs d'EEE .....	144
II.3) Distributeurs/importateurs d'EEE .....	147
II.4) Utilisateurs d'EEE.....	148
II.5) Acteurs de l'économie sociale solidaire.....	150
CHAPITRE III : PROPOSITION D'UN SYSTEME D'ORGANISATION DE LA FILIERE DE GESTION DES DEEE.....	151
III.1) Gisement des DEEE.....	151

III.2) collecte des DEEE.....	154
III.2) Transport.....	157
III.3) Stockage.....	158
III.4) Dépollution, reconditionnement et démantèlement .....	159
III.4.1) Dépollution.....	159
III.4.2) Reconditionnement et démantèlement .....	159
III.5) Recyclage et valorisation des DEEE dans le contexte sénégalais .....	161
III.5.1) Recyclage des plastiques des DEEE .....	161
III.5.2) Recyclage des métaux et des verres .....	162
III.6) Valorisation énergétique et élimination des substances dangereuses .....	163
<b>CHAPITRE IV : PROGRAMME DE SENSIBILISATION POUR UNE BONNE MISE EN ŒUVRE DES PROPOSITIONS EN MATIERE DE GESTION DES DEEE .....</b>	<b>164</b>
IV.1) L'intérêt de la sensibilisation.....	164
IV.2) Les supports et les stratégies.....	166
IV.3) Les cibles .....	168
IV.4) les résultats attendus du programme de sensibilisation .....	169
IV.5) Les indicateurs de résultat .....	170
IV.5.1) L'unité régionale de recyclage .....	170
IV.5.2) L'unité pilote de recyclage à l'échelle nationale .....	170
IV.5.3) La mise en place de lois et règlements.....	172
<i>Conclusion partielle .....</i>	<i>173</i>
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>174</b>
Références :.....	178
<b>ANNEXES .....</b>	<b>188</b>

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **A) REVUE DE LA LITTERATURE**

La prise de conscience actuelle de la dégradation de l'environnement a conduit les chercheurs, les communautés et les décideurs à se préoccuper de sa préservation et, par voie de conséquence, de la problématique des déchets. Ces derniers, de plus en plus divers, sont produits et attirent l'attention des organisations de défense de l'environnement de par leur volume considérable, la non-biodégradabilité ou la toxicité de certaines de leurs fractions, leur taux de croissance élevé, leur durée de vie et leurs impacts. Ainsi, la recherche s'est intéressée aux déchets dans le souci de maîtriser leur prolifération et de préconiser un mécanisme de gestion et de valorisation respectant l'environnement. Mais jusque-là, le problème persiste et devient de plus en plus complexe avec l'apparition et l'augmentation des Déchets d'Equipements Electriques Electroniques (DEEE). Les DEEE résultent des équipements fonctionnant grâce à un courant électrique ou à un champ électromagnétique, ou des équipements de production, de transfert ou de mesure de ces courants et champs, conçus pour être utilisés à une tension ne dépassant pas 1000 Volts en courant alternatif et 1500 Volts en courant continu (*Directive 2002/96/CE, 2003*). Plusieurs états peuvent caractériser un DEEE au niveau d'un détenteur:

- soit il est hors d'usage, c'est à dire totalement obsolète puis remplacé par un équipement plus récent ;
- soit il présente des pièces défectueuses et son coût de réparation est trop élevé ;
- soit il est complètement dépassé par la technologie et ses performances sont très limitées pour supporter les nouvelles fonctions de l'informatique et/ou de l'électronique.

Ainsi, selon la classification de la directive de l'UE (*Directive 2002/96/CE, 2003*), les DEEE proviennent généralement des 3 catégories que sont :

- **les équipements électroménagers, ou produits blancs** comprenant les appareils de lavage et de cuisson, les réfrigérateurs, les appareils de chauffage ainsi que les aspirateurs, machines à coudre, fers à repasser, etc. ;
- **le matériel audiovisuel, ou produits bruns** qui regroupent les postes radios et téléviseurs, les caméscopes, les magnétoscopes, les chaînes hi-fi, les instruments de musique ;

- **les équipements bureautiques et informatiques, ou produits gris** désignant aussi bien les ordinateurs, les imprimantes, les scanners que les photocopieuses, les téléphones ou répondeurs.

La diversité des DEEE et leur croissance suscitent la réaction de la communauté internationale. Le PNUE, dans son rapport intitulé "Recycling - from E - Waste to Resources", rédigé dans le cadre de l'initiative StEP (Solving the E-Waste Problem : résoudre le problème des e-déchets), précise en moyenne une augmentation linéaire pour les ordinateurs personnels (OP), les TV et les réfrigérateurs, alors que les ventes et les réserves de téléphones mobiles ont connu une croissance exponentielle au cours des dernières années dans les onze (11) pays étudiés (Kenya, Ouganda, Sénégal, Pérou, Inde, Chine, Afrique du Sud, Maroc, Colombie, Mexique, Brésil) ; il en résulte une importante production de DEEE qui pourrait avoir de graves conséquences environnementales (UNEP, 2009). Au Brésil par exemple, la production de DEEE totale par habitant pour sept produits sélectionnés (télévision, Réfrigérateur, Frigo, Machine à laver, Téléphone, ordinateur, système audio) est de 3,77kg/habitant/ an (Marcelo et al.2011).

Le rapport du PNUE montre que la Chine est devenue le deuxième pays producteur de déchets électroniques au monde, avec 2,3 millions de tonnes par an, derrière les Etats-Unis qui en produisent 3 millions de tonnes. En Afrique du Sud et en Chine, les déchets d'ordinateurs pourraient notamment augmenter de 200 à 400% d'ici à 2020. En Inde, cette augmentation devrait atteindre les 500%. La téléphonie mobile devrait quant à elle produire 7 fois plus de déchets en 2020 qu'en 2007 en Chine et 18 fois plus en Inde. La proportion de déchets de téléviseurs devrait également doubler dans ces deux pays d'ici à 2020 (UNEP, 2009).

Au rythme de l'augmentation des quantités d'équipements électriques et électroniques et des DEEE produits, le diagnostic du PNUE montre que les pays couverts par l'étude ne disposent pas de filières adéquates et souffrent d'un défaut d'application des textes ou d'encadrement juridique nécessaire à la gestion écologiquement rationnelle des stocks de DEEE. La plupart de l'exportation à partir de régions de pays développés des Etats-Unis et de l'UE se retrouve en Chine, Inde, Malaisie, Nigéria et dans d'autres pays en développement (PNUE, 2009). La quantité de déchets électroniques en 2008 devrait tripler avant 2010 dans ces pays en développement (Greenpeace, 2008). Et dans la plupart des cas, l'activité de

recyclage dans ces pays se fait à moindre coût par le secteur informel sans la technique appropriée (*BAN et SVTC, 2002; Yang et al, 2008*). Pourtant, les DEEE contiennent plusieurs substances dangereuses, comme le plomb, le mercure, le béryllium, le PBB (polybromobiphényles), le PBDE (polybromodiphényles éthers) et les PCB (Polychlorobiphényle) (*EEA, 2003 ; UNEP, 2009*). Toutes ces substances peuvent provoquer divers effets sur la santé des populations et favoriser la contamination des sols et la production agricole dans les zones environnant ces déchets (*Zhao et al., 2008; Wang et al., 2009*).

Les Dioxines et les furanes provenant des processus de recyclage des DEEE conduisent à une grave pollution des différents compartiments de l'environnement (air, sol, sédiments, la poussière, etc.). Tous les types d'opération de recyclage des e-déchets, le brûlage à ciel ouvert des déchets électroniques et les activités de lixiviation acide sont identifiées comme les principales sources de dioxines et de furanes (*Chan, 2012*). D'une part, les DEEE contiennent des substances dangereuses. D'autre part, ils renferment des matériaux de valeur stratégique tels que l'indium et le palladium, ainsi que des métaux précieux comme l'or, le cuivre et l'argent (*Secrétariat de la convention de Bâle, 2012*).

La gestion des DEEE est un nouveau défi auquel font face particulièrement les pays en développement. Au vue des enjeux multiples qu'engendre le processus, des initiatives locales existent sur le plan technique et de la recherche pour trouver une réponse aux nombreuses questions agitées par la gestion de ces déchets.

En Afrique du nord, de l'est et du sud, sous l'initiative du Fonds de Solidarité Numérique, des études effectuées sur ces déchets au Maroc, au Kenya et en Afrique du Sud ont mené à la création d'unités de recyclage dans les deux derniers pays cités (*FNS-Info, 2008*).

La convention de Bâle a mené une étude de référence sur les déchets électronique en Afrique dans le cadre de son *Projet E-waste Africa*. Ce projet qui a couvert le Benin, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Liberia, le Nigeria, l'Egypte et la Tunisie vise à renforcer la gouvernance environnementale des déchets électroniques et à établir des conditions sociales et économiques favorables à des partenaires pour la création de petites entreprises dans le secteur du recyclage en Afrique (*Secrétariat de la convention de Bâle, 2012*). Le rapport du *Projet E-waste Africa* intitulé : *DEEE en Afrique : état des lieux* a mis le focus sur :

- l'étude des flux des produits usagés et en fin de vie importés ;

- l'évaluation des plans nationaux de gestion écologiquement rationnelle des produits usagés ;
- l'étude des impacts sociaux et économiques des secteurs des DEEE et les possibilités d'asseoir un partenariat nord/sud ;
- l'élaboration d'un Programme d'application de la réglementation dans les pays concernés.

En plus des importations venant des pays développés vers les pays en voie de développement, le rapport précise que l'Afrique de l'Ouest constitue le principal vecteur de commerce d'EEE usagés sur le continent africain, avec comme plaque tournante le Ghana et le Nigéria. Dans le continent, durant ces dernières décennies, le taux de pénétration des ordinateurs personnels a décuplé, tandis que le nombre de téléphone mobile a centuplé. Il s'en suit une production importante de déchets stimulant les activités informelles de recyclage à risque comprenant la collecte, le démantèlement manuel, l'incinération à ciel ouvert pour la récupération des métaux et l'abandon des résidus de matières dans les sites abritant ces opérations. Dans les pays concernés par le projet, il n'y avait pas de réglementation spécifique sur les DEEE jusqu'en 2010. L'urgence de trouver une solution juridique, politique et technique pour la maîtrise des DEEE qui ne cessent d'augmenter a suscité d'autres études, notamment, en Afrique de l'Ouest.

Le Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) a financé une recherche exploratoire sur les DEEE dans trois pays de l'UEMOA (Benin, Mali et Sénégal). Ce projet pilote intitulé « *gestion et valorisation des déchets d'équipements électroniques et informatiques en Afrique de l'ouest : cas du Bénin, du Mali et du Sénégal* », a été mis en œuvre conjointement par trois Universités (Abomey Calavi du Benin, Bamako du Mali et Cheikh Anta Diop du Sénégal). Sous la direction de l'Institut des Sciences de l'Environnement, ce projet de 24 mois a permis d'analyser la situation multidimensionnelle de la question des DEEE dans les trois pays. L'équipe de recherche du projet a fait une publication aux éditions KARTHALA d'un ouvrage de 198 pages intitulé « *les déchets électroniques et informatiques en Afrique, défis et opportunités pour un développement durable au Bénin, au Mali et au Sénégal* » (Diop et Thioune, 2014). Ce rapport précise qu'au Benin, les autorités sont convaincues que les TIC sont un levier pour booster le développement économique et social. Ainsi, l'État béninois s'est doté, depuis 2008, d'un Document de Politique et de Stratégie (DPS) des Télécommunications, des Technologies de

l'Information et de la Communication (TIC) et de la Poste. Ce document est destiné, entre autres, à donner les orientations en vue d'améliorer l'accès aux TIC et de réduire au plus vite la fracture numérique entre les pays du Nord et ceux du Sud. Les décideurs ont opté d'asseoir au Bénin, une société de l'information, solidaire, épanouie et ouverte. Avec comme objectif de faire du Bénin le « **quartier numérique** » de l'Afrique à l'horizon 2025. Pour ce faire, des actions ont été menées à l'échelle nationale.

Il s'agit :

- des décrets d'application des ordonnances n° 2002-002 et n°2002-2003 du 31 janvier 2002 portant exonération fiscale et douanière sur tous les équipements de télécommunications, informatiques et audiovisuels ;
- de la mise en place d'un fonds d'appui à l'accès universel aux télécommunications ;
- la mise en place d'un fonds de promotion des innovations dans le domaine de l'informatique et l'introduction des TIC dans le système éducatif.

Cependant, force est de constater qu'aucune des actions ne porte sur la gestion des déchets qui résultent de l'utilisation de ces équipements. Le problème que posent les DEEE au Bénin se rapporte à la mise en œuvre d'un système de gestion qui prend en compte non seulement leur spécificité, mais également les possibilités de leur valorisation, autrement dit, un système de gestion des DEEE écologiquement efficace.

Au Mali, le rôle des pouvoirs publics consisterait à instaurer des normes d'importations des EEE et de DEEE, à organiser la filière de gestion et à renforcer l'information et la formation des acteurs. Cependant, force est de constater que le problème de la gestion des DEEE reste entier dans la mesure où les pratiques adoptées ne respectent nullement les normes environnementales et sanitaires. Cette étude soutient également que 40 à 60 % des déchets produits au Mali sont évacués vers les décharges sauvages qui sont constitués par des champs et des terrains vagues. En 2005, le Mali a adopté une politique nationale en matière des TIC notamment la libéralisation du secteur des télécommunications et la « détaxation » du matériel informatique. Dès lors, le nombre de machines officiellement importées au Mali était chiffré à plus d'un million cent soixante mille (1 160 000 unités) en 2005. De plus, le secteur de la téléphonie a enregistré plus de 4 millions d'abonnés et la tendance s'accroît avec le nombre de localités ayant accès à ce moyen de communication grâce à l'électrification rurale

par le solaire. Le développement de la téléphonie mobile a accentué le flux de matériel électronique sur le marché. Cela s'est traduit par un commerce important d'ordinateurs recyclés et de téléphones mobiles de seconde main. Cet accroissement rapide d'équipements informatiques et électroniques engendre une augmentation conséquente des déchets de ces équipements et le développement d'activités artisanales de recyclage au Mali.

Selon les résultats du projet dans les trois pays, la gestion des DEEE est un casse-tête pour les populations et les pouvoirs publics. Il en résulte également que la collecte commence au niveau des ménages qui mettent les ordures dans des poubelles qui sont à leur tour ramassées par des concessionnaires, des Groupements d'Intérêt Economique (GIE) ou par des coopératives. Avec des charrettes, des tracteurs ou des véhicules, les acteurs du nettoyage acheminent les ordures vers des points de collecte ou des décharges de transit ou anarchiques. Le problème de la gestion des déchets dans les trois pays est exacerbé par les importations croissantes d'Equipements Electriques et Electroniques dont la prise en charge impose plus d'ingéniosité. Du fait que le paysage industriel des pays d'Afrique de l'Ouest ne dispose véritablement pas d'un imposant secteur de fabrication d'équipements électroniques et électriques, les matériels ainsi utilisés par les populations proviennent d'Europe (France), d'Asie (Chine, Doubaï) et de certains pays d'Afrique comme le Nigeria (*Diop et Thioune, 2014*). Malgré les importations croissantes de matériels, l'étude montre qu'il n'existe pas de filière organisée de gestion des DEEE au Sénégal tout comme dans les autres pays couverts par le projet.

Il en ressort également que la réparation, le reconditionnement et le clonage sont autant de méthodes adoptées pour la gestion des équipements électroniques et informatiques. La mise en décharge et l'incinération sont des modes d'élimination des DEEE utilisés dans les trois pays. Cette étude montre que pour l'organisation de la filière, la disponibilité d'une base de données sur les gisements de DEEE et la mise en œuvre de méthodes durables de gestion et de valorisation à travers des technologies adaptées au contexte socio-économique des trois pays sont nécessaires. Les résultats de ce projet montrent que le Mali, le Benin et le Sénégal présentent des similitudes et des limites en matière de gestion des DEEE.

Toutefois, du fait que les pays africains ne disposent presque pas d'industries manufacturières pour la conception de tels équipements, le projet devrait développer l'idée d'un partenariat nord-sud pour une meilleure prise en charge des DEEE. Les résultats du projet devraient préconiser des techniques durables de valorisation visant à organiser, à

optimiser la filière et à atténuer les dangers résultant principalement des métaux lourds et des retardateurs de flamme contenus dans les DEEE.

Les défis liés à la gestion de ces déchets s'imposent au Sénégal où la problématique des déchets dangereux est de plus en plus préoccupante. L'émergence de l'économie solidaire dans le domaine de la récupération et du recyclage des DEEE présente des conséquences positives et négatives sur le plan sanitaire, environnementale et socio-économique. Les enjeux économiques de la valorisation des DEEE ont suscité un engouement autour de la récupération de certains composants. Une étude récente d'ENDA, menée à Dakar, montre que suite au manque de technologies appropriées et d'informations, de nombreuses matières valorisables des DEEE sont abandonnées par les récupérateurs évoluant dans les sites de Mbeubeuss, de Colobane et de Reubeuss (quartiers de Dakar où le secteur informel est très développé) (ENDA, 2006). L'ONG Environnement Développement Action (ENDA), en collaboration avec le Centre de Formation 2000 (CF2000) de Belgique, a mené une recherche sur le thème : « *Etude de faisabilité pour la mise en place d'une filière intégrée de collecte, de démantèlement et de valorisation des déchets informatiques à Dakar entre partenaires d'économie sociale du nord et du sud* ». Les résultats de ce rapport montrent que les difficultés économiques et sociales du secteur informel sont aussi une source de motivation pour la mise en place d'un projet d'économie sociale nord/sud s'orientant vers la création d'un centre de valorisation des DEEE tant pour la préservation de l'environnement que pour l'amélioration des conditions de travail et du niveau de vie des populations (ENDA, 2006). L'étude d'ENDA précise l'absence d'installations adéquates de traitement des DEEE au Sénégal. Elle présente les problèmes majeurs empêchant une gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux à Dakar. Il s'agit, entre autres:

- de l'absence de décharges contrôlées ;
- de la quasi inexistence d'installations de traitement et d'élimination des déchets ;
- du mélange des différents types de déchets (déchets dangereux, déchets ménagers, etc.);
- du manque d'information des citoyens ;
- du manque d'investissements et de moyens des entreprises privées.

Au regard de toutes ces considérations, le chantier de la gestion des DEEE est immense et les perspectives d'organisation de la filière semblent être illusoire. Cependant, le secteur informel est très présent dans les différentes filières de récupération et de recyclage « classique » et le savoir-faire de ces recycleurs permet la valorisation d'une multitude de

matières pour générer des revenus et une promotion sociale, de donner une seconde vie à des objets et de réduire la mise en décharge d'une bonne partie des DEEE. Dans sa conclusion, l'étude montre les risques auxquels s'exposent les acteurs du secteur informel qui s'adonnent quotidiennement au démantèlement sans précaution et à la destruction des différents composants d'ordinateurs, de télévisions, de frigos, etc.

Cependant, les solutions préconisées dans le rapport d'ENDA posent un problème de durabilité dans la mesure où elles envisagent un retour du matériel obsolète vers la Belgique pour une valorisation. Car, si l'on sous-entend que les pays occidentaux se déchargent du traitement de DEEE en les envoyant dans les pays en voie de développement, il serait illusoire de concevoir de façon durable une possible acceptation de la logistique de retour des déchets générés dans les pays en développement vers les pays du nord à des fins de traitement. De plus, le manque d'organisation de la filière de gestion de ces types de déchets sera un handicap majeur pour la mise en œuvre opérationnelle de cette logistique de retour.

Compte tenu des moyens faibles et de la main d'œuvre peu onéreuse dont disposent les pays en voie de développement, le travail à mener sur la question des DEEE pourrait être entrepris en relation avec des partenaires. Cet aspect s'inscrit dans la vision commune du développement définie dans le nouvel agenda de développement durable adopté le 25 septembre 2015 et fixant les 17 objectifs de développement durable des nations unies. Déjà en 2005, un rapport des Nations unies soutenaient que dans une économie mondialisée, il est nécessaire d'ouvrir les perspectives qui, en matière d'échanges, de stabilité financière internationale et de transfert de technologies, permettront aux pays en développement de saisir les occasions de s'engager dans un développement soutenu (*Nations unies, 2005*). Du fait que les importations d'EEE apportent un soutien aux Objectifs du Millénaire pour le Développement en tant que moyen de favoriser l'utilisation des TIC pour assurer le développement durable (*Secrétariat de la convention de Bâle, 2012*), ce partenariat s'impose dans la gestion des déchets qui en résultent, car les niveaux techniques requis pour le recyclage de ces équipements fabriqués en occident avec une technologie pointue ne sont pas encore bien connus des africains.

Au plan opérationnel, la Cellule de Solidarité Numérique (Ex. cellule SENECLIC) a mené une étude sur la quantification des DEEE au Sénégal dans une perspective de développer un projet pilote *e-déchets*. Selon les résultats de son rapport, la production des déchets issus des ordinateurs et des téléphones portables était environ de 650 tonnes en 2007 ;

cette quantité aurait doublé en 2010 et devrait atteindre plus de 2000 tonnes en 2015 (Wone et Rochât, 2009). Toutefois, ce tonnage basé sur les chiffres officiels des importations traduit difficilement la réalité, du fait des flux divers non recensés de matériel qui pénètrent nos frontières.

Les études de Wone et Rochat dans le rapport commandité par la Cellule de Solidarité Numérique intitulé « *Rapport technique de l'état des lieux de la gestion des e-déchets au Sénégal* » ont montré qu'en dehors de quelques hôpitaux qui disposent d'incinérateurs pour le traitement des déchets biomédicaux à risque infectieux, il n'existe pas d'infrastructures de traitement des déchets dangereux notamment des fractions non recyclables des DEEE (Wone et Rochât, 2009). Il en résulte également que les importations des équipements électriques et électroniques d'occasion alimentant le marché de seconde main sont en grande partie l'œuvre des Sénégalais de l'extérieur. En outre, concernant le cadre juridique et réglementaire, aucun texte n'est spécifique à la gestion des DEEE au Sénégal. Dans la mesure où de nombreux paramètres sont susceptibles de varier dans le temps du point de vue technologique, mais aussi des comportements des populations vis-à-vis de la gestion des DEEE, ce rapport technique de la CSN a mis en relief la qualité flexible de ses résultats.

Cependant, dans ce rapport, les aspects techniques ne sont pas abordés à fond. Il serait judicieux que cette étude commanditée par l'Etat du Sénégal mette en relief les aspects techniques, entre autres, l'identification des composants dangereux, les risques associés aux DEEE et les solutions techniques durables pour le recyclage dans une perspective d'organisation de la filière. Car, cela pourrait aider à la sensibilisation des acteurs et inciter à la prise de décision. L'étude des interrelations entre les parties prenantes de la chaîne des DEEE devrait être approfondie dans ce rapport pour mieux analyser les circuits des déchets d'un groupe d'acteur à un autre. En outre, la réflexion devrait être menée davantage pour délimiter le domaine d'intervention de chaque acteur, gage d'une bonne organisation de la filière. Il faut noter également le caractère restrictif de ce rapport national de la Cellule de Solidarité Numérique dont la phase d'enquête n'a concerné que la région de Dakar sans inclure les autres localités du pays où la gestion des DEEE préoccupe tant les acteurs.

L'analyse des lois et règlement effectuée dans le rapport de la Cellule de Solidarité Numérique est confirmée par les études de Djitté (2010) qui révèlent que le cadre juridique actuel sénégalais reste inadapté à la gestion de ces déchets spécifiques. Pour gérer ces manquements, il propose un régime juridique spécial pour les DEEE qui détermine la

responsabilité de chaque acteur, les conditions d'importation et de recyclage. La situation de la gestion des DEEE et ses perspectives justifient avec pertinence, selon Djitté, que des garde-fous doivent être mises en place pour la maîtrise de la traçabilité du matériel au niveau national et international. A cet effet, il propose un projet de loi sur la gestion des DEEE au Sénégal dans lequel, il établit une liste des instruments de gestion DEEE. Ainsi, l'article L11 de son projet de loi stipule que « les équipements électriques et informatiques visés dans la présente loi mis sur le marché sénégalais ne doivent pas contenir de Plomb, de Mercure, de Cadmium, de Chrome hexavalent, de Polybromobiphényle (PBB) ou de Polybromodiphényléthers (PBDE) (...) ». Or, jusque-là, l'Afrique, qui ne représente qu'environ 2% du commerce mondiale, peine à faire entendre sa voix au niveau des instances de décision internationale. Dans ce contexte de mondialisation et de lutte contre la fracture numérique, il serait difficile d'exiger la restriction des composants des produits dont on ne détient pas la technologie pour leur conception. Il serait plus pertinent de s'engager à n'importer que les équipements des pays disposant d'une réglementation contraignante en matière de conception des équipements et de gestion des déchets.

Les rapports et les études analysés montrent beaucoup de défis à relever en termes de recherche. Les faiblesses des études réalisées jusque-là ont motivé cette présente recherche qui circonscrit la problématique des DEEE au Sénégal.

## **B) PROBLEMATIQUE**

Les équipements électriques et électroniques sont devenus progressivement des outils de travail « indispensables ». Leur performance est l'une des facettes de la croissance mondiale. Les progrès dans les sciences et technologies de l'information et de la communication ont modernisé les activités et ont permis à l'humanité de faire un progrès dans le développement. Ces avancés considérables ont affecté le commerce international, les transports, l'éducation, la communication, les loisirs et la gouvernance mondiale. L'accès aux TIC est ainsi un indicateur de développement économique et social d'un pays. Toutefois, les inégalités de développement entre les pays du nord et ceux du sud font apparaître des disparités d'accès aux Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) caractérisées par la notion de fracture numérique. Pour assurer leur développement économique et social et favoriser leur intégration dans la société de l'information, les Etats s'investissent à réduire au mieux la fracture numérique et s'adonnent à l'usage d'équipements électriques et électroniques

importés principalement des pays développés. Dès lors, nous assistons à une augmentation rapide de tels équipements dans les pays en développement. Mais, les problèmes que posent l'utilisation et la demande sans cesse croissante de ces équipements et les dangers tant pour l'homme que pour l'environnement résident dans la gestion de leurs déchets. La vitesse de renouvellement rapide des équipements électriques et électroniques et leur durée de vie de plus en plus courte font apparaître un nouveau type de déchets : les Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE), communément appelés e-déchets, déchets électroniques ou encore « WEEE » pour la dénomination anglophone (Waste Electrical and Electronic Equipment).

De nos jours, l'un des problèmes inquiétants soulevés par la croissance rapide de l'industrie des équipements électriques et électroniques est la quantité importante de déchets générés. Chaque année, 20 à 50 millions de tonnes de DEEE sont produites dans le monde, ce qui pourrait induire des risques pour la santé publique et l'environnement (*PNUE, 2005*). En Europe, la croissance de ces déchets est de 3 à 5% par an, soit 3 fois plus vite que la masse des déchets classiques (*Directive 2002/96/CE, 2003*).

Les DEEE rentrent dans la catégorie de déchets dangereux, du fait qu'ils présentent, d'une part, les substances énoncées à l'annexe I de la convention de Bâle dont le transfert doit être contrôlé et, d'autre part, les caractéristiques de dangers spécifiées à l'annexe III du même traité (*Convention de Bale, 1989*). Cette caractérisation est sous-tendue par la présence des métaux lourds, des retardateurs de flamme et autres composants toxiques dans les dits équipements (*EEA, 2003 ; UNEP, 2009*).

La présence de matériaux de valeurs et de métaux précieux dont la récupération et le recyclage constituent une source inestimable de matières premières secondaires mobilisant divers acteurs pose les enjeux socio-économiques et environnementaux de la gestion des DEEE (*Secrétariat de la convention de Bâle, 2012*). Selon les performances dans le système de gestion des DEEE, leurs impacts négatifs liés aux substances dangereuses peuvent l'emporter sur les effets positifs du recyclage.

En raison du manque d'infrastructures, des coûts élevés de la main-d'œuvre, et des exigences de la réglementation sur l'environnement, les pays riches ont tendance à ne pas recycler les déchets électroniques (*Robinson, 2009*). A travers les circuits du commerce, la coopération ou sous le manteau de dons, des importations massives d'équipements en fin de

vie sont enregistrées dans les pays du sud. Malgré les exigences de la convention de Bâle et des autres traités internationaux, les pays en voie de développement continuent de recevoir les équipements en fin de vie des pays développés. Le laxisme des autorités et les défaillances d'applications des lois ou leur non existence font que ces pays pauvres donnent l'image d'une « décharge numérique » de ceux du nord. Ce phénomène est favorisé en partie par l'idée d'asseoir une solidarité numérique à l'échelle mondiale.

Au Sénégal, l'Etat s'est engagé, depuis 2000, à améliorer l'accès aux Technologies de l'Information et de la Communication afin de réduire au plus vite la fracture numérique. C'est ainsi que le Président de la République a proposé, en décembre 2003, au Sommet Mondial de la Société de l'Information à Genève, la création d'un fonds de solidarité numérique. Dès lors, les importations de matériels électriques et électroniques ont subi une véritable croissance. Mais, ce contexte politique favorable à la solidarité numérique se heurte cependant à une préoccupation imposée par l'augmentation des DEEE.

Les données recueillies au niveau des Services des Douanes révèlent que le flux global d'équipements électriques et électroniques entrant sur le territoire a augmenté en moyenne de 25% de 2000 à 2007 (*Wone et Rochât, 2009*). Le premier constat de l'augmentation de ce flux au Sénégal est que pas moins de cinq quotidiens d'information de la place consacrent chacune une à deux pleines pages des planches publicitaires durant pratiquement toute l'année dans leurs livraisons ; soit près de 300 parutions par an et toutes ces publicités ne concernent que le secteur de l'électronique et de l'informatique. Ce constat corrobore la forte utilisation des équipements électriques et électroniques au Sénégal qui sera renforcée par la mise en œuvre du Plan Sénégal Emergent (PSE). En effet, lors du conseil des Ministres du 19 mars 2015, le Chef de l'Etat a rappelé au Gouvernement la nécessité de favoriser le désenclavement numérique du Territoire, en mettant fondamentalement l'accent sur la connexion à l'internet haut débit, l'équipement numérique et informatique des centres de recherche, des universités, des écoles et établissements d'enseignement et de formation professionnelle, ainsi que la réalisation d'espaces numériques ouverts. La Stratégie « Sénégal Numérique » permettra de matérialiser cette vision d'un Sénégal Emergent. Les équipements utilisés, en fin de vie, augmenteront les stocks des déchets électroniques.

De nos jours, la gestion des déchets est l'un des défis majeurs auxquels le Sénégal fait face. Alors que nos municipalités peinent à trouver une solution définitive et durable à la gestion des déchets solides ménagers, la présence des DEEE constitue un danger réel

additionnel. Souvent mélangés aux déchets municipaux, ils peuvent accentuer les risques de contamination des déchets banals et par conséquent augmenter les déchets dangereux. Le développement d'activités informelles de recyclage et de valorisation dans le secteur des déchets expose les populations à des risques. Le recours à la mise en décharge et à l'incinération affecte sensiblement l'environnement par le biais des dioxines, des furannes et des métaux lourds qui sont émis. Toutefois, peu d'études sur les aspects pratiques et opérationnels de la gestion et de la valorisation des DEEE sont effectuées au Sénégal. Les risques environnementaux et sanitaires engendrés par les DEEE sont peu connus du grand public, d'où la nécessité de sensibiliser à la fois les populations et les décideurs sur les enjeux de la gestion rationnelle et de la valorisation dans le respect de l'environnement de ces déchets.

Notre travail qui traite des enjeux écotoxicologiques, socio-économiques et environnementaux des DEEE s'inscrit dans une perspective de mise en place d'un système d'information et d'organisation approfondie des méthodes de démantèlement, de recyclage et de valorisation de ces déchets. Du point de vue des impacts, cette recherche se propose d'apporter une assistance aux acteurs du secteur informel qui jusque-là détiennent le monopôle de la gestion des DEEE dans les pays en développement. Outre l'organisation de la filière, ce présent travail tente de répondre à la lancinante question de l'élimination des composants toxiques présents dans ces déchets tels que les métaux lourds et les retardateurs de flamme et de la valorisation des composants précieux.

## **C) CADRE OPERATOIRE**

### **C.1) Objectifs de l'étude**

L'objectif général est d'étudier les enjeux écotoxicologiques, socio-économiques et environnementaux des DEEE afin de proposer une méthodologie opérationnelle de leur gestion durable et de leur valorisation au Sénégal. De manière spécifique, il consiste à :

- 1- Faire une analyse écotoxicologique des composants dans les DEEE;
- 2- étudier la typologie des équipements, le profil des acteurs impliqués dans le processus de gestion ainsi que les enjeux socio-économiques et environnementaux des DEEE;

- 3- analyser les contraintes de la gestion des DEEE et proposer un système d'organisation de la filière.

## **C.2) Méthodologie**

Une méthodologie mixte est utilisée dans ce travail en combinant la méthode qualitative et la méthode quantitative. Celle-ci est complétée par la recherche documentaire et l'observation de terrain (la visite environnementale).

Notre approche consiste d'abord à faire une étude écotoxicologique des DEEE, ensuite à présenter les enjeux socio-économiques et enfin à préconiser un plan de gestion environnemental des DEEE au Sénégal.

Dans le cadre de cette étude, nous allons nous intéresser aux produits bruns et aux produits gris, notamment les équipements électroniques et informatiques utilisés surtout dans le cadre de la lutte contre la facture numérique et l'intégration dans la société de l'information.

### **C.2.1) Recherche documentaire**

La revue de la littérature nous a permis de faire l'état des lieux des études effectuées sur la problématique des DEEE. Les centres de documentations visités au Sénégal ont été principalement la Bibliothèque Universitaire de l'UCAD, l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC), certains organismes internationaux (ENDA, CRDI, etc.), les Services des Douanes, du Port et de l'Aéroport, etc. Dans ces centres de recherche et de documentation, notre travail concernait l'importation, l'utilisation, les méthodes de gestion existant et les perspectives de valorisation des DEEE.

Pour avoir plus d'information sur les DEEE, l'outil internet, à travers les sites web, a aussi joué un rôle important dans notre travail, car il nous a permis d'accéder à des ouvrages qui ne sont pas disponibles dans les bibliothèques visitées.

### **C.2.2) Collecte des données sur le terrain**

La collecte d'information est effectuée auprès de groupes concernés directement ou indirectement par la gestion des DEEE. Cette phase est menée en tenant compte des disparités de développement entre les régions, la production et la gestion des déchets.

Suite à la revue documentaire, nous avons eu un aperçu de la population à enquêter. Celle-ci est composée des utilisateurs professionnels des services publics et privés, des ménages, des distributeurs, des importateurs, des récupérateurs, des réparateurs et des recycleurs. Les questionnaires et les guides d'entretiens ont constitué les principaux outils que nous avons soumis à la population d'enquête pour la collecte d'informations dont la saisie et le traitement sont effectués à l'aide de Microsoft Excel 2010.

La méthode de collecte d'informations choisie dépend de divers facteurs, notamment la complexité et la longueur du questionnaire, la nature de l'information, la dispersion géographique de la population enquêtée, les coûts, les périodes et délais de l'enquête. Le caractère hétérogène de nos cibles et leur dispersion au niveau des sites posent un problème de disponibilité de données statistiques renseignant sur leur effectif, leur composition, ainsi que les quantités des DEEE qu'ils produisent.

#### **C.2.2.1) Questionnaire**

Le questionnaire a concerné trois niveaux. Il s'agit d'abord des importateurs et des distributeurs, ensuite des utilisateurs (ménages, utilisateurs professionnels) et enfin des acteurs de la valorisation du matériel en fin de vie (réparateurs, recycleurs, récupérateurs).

Le secteur privé détient le monopole des importations et de la distribution des équipements électriques et électroniques. Ceci mobilise des courtiers en informatique qui sont difficile à identifier pour un entretien de manière formelle. De surcroît, l'importation du matériel électrique et électronique de l'Occident vers le Sénégal est souvent l'œuvre d'émigrés dont la plupart joue à la fois le rôle de distributeur et/ou fournisseur et celui d'importateur. Compte tenu de ces raisons, il est difficile de définir une limite d'intervention entre ces acteurs auxquels nous avons finalement administré le même questionnaire. A ce niveau, l'information recherchée a porté sur l'origine du matériel, la traçabilité, la typologie et l'état du matériel.

Au niveau des utilisateurs, les principales informations recueillies font état des types d'équipements électroniques et électriques utilisés dans leurs activités, les caractéristiques lors de l'acquisition, les modes de gestion des DEEE, leur perception et leur engagement à adhérer à un système performant et durable de gestion des DEEE. Concernant les utilisateurs professionnels, l'accent est mis sur la provenance des équipements, l'existence ou non d'un dispositif de traitement des DEEE et les perspectives de gestion. Les ménages et les utilisateurs professionnels sont enquêtés en procédant par la méthode dite « **boule de neige** ». Celle-ci consiste à prendre contact avec un nouvel acteur par l'intermédiaire et l'orientation de celui enquêté précédemment.

La dernière étape de l'enquête a concerné les recycleurs, les réparateurs et les récupérateurs. Au niveau de ces artisans des DEEE, les entretiens ont eu comme objectif de faire le point sur l'état des lieux de l'activité, leurs conditions de travail et leurs perceptions des dangers que présentent les DEEE. Pour ce groupe d'acteurs, les rôles sont souvent imbriqués. Et certains ne savent même pas à quelle catégorie ils appartiennent. A cet effet, il est difficile de délimiter l'intervention de chaque acteur compte tenu du caractère informel du secteur. Dans certains cas, nous étions tenus de dérouler un guide d'entretien par focus group avec les acteurs de l'économie solidaire (recycleurs, récupérateurs et réparateurs) pour enrichir les informations collectées.

### **C.2.2.2) Guides d'entretien**

Les services techniques de la gestion des déchets, les services de contrôle des importations (douanes) et les récupérateurs sont, entre autres, les cibles pour lesquels nous avons appliqué le guide d'entretien. L'information recueillie à ce niveau a permis d'apprécier l'existence ou non d'une filière DEEE au Sénégal et les perspectives d'organisation du processus de gestion des DEEE.

### **C.2.2.3) Echantillonnage**

L'échantillonnage est effectué sur la base d'un choix raisonné. Il a concerné les étapes suivantes :

✓ Etape de l'importation et de la distribution

Concernant cette première étape, **159 distributeurs** répartis sur 11 régions du pays ont été enquêtés. Cependant, pour un souci d'harmonisation et de simplification, la catégorie des distributeurs inclue les importateurs et certains fournisseurs.

✓ Etape de l'utilisation

L'enquête ménage a été menée dans 11 régions et précisément dans les centres régionaux. Elle portait sur un échantillon de **1 504 ménages** ou concessions.

L'échantillon des **utilisateurs professionnels** enquêtés est constitué d'une population de **274 individus**. Les utilisateurs professionnels sont composés comme suit :

- Les entreprises privées, notamment les banques, les bureaux d'études, les organes de communication audiovisuelle et radiophonique (spécialistes du traitement de l'information numérique et analogique), les instituts de recherche et les organisations non gouvernementales comme l'IUCN, l'IAGU, le CRDI, etc. ;
- Les entreprises publiques, les différents ministères et leurs différentes directions rattachées, les agences nationales, les structures de gestion des collectivités locales (préfectures, commissariats, mairies), etc. ;
- Le secteur de la formation et de l'éducation qui constitue un marché potentiel où de plus en plus de fortes demandes en équipements électroniques et informatiques sont enregistrées. Dans ce marché, on identifie aussi la large gamme des étudiants des universités, des professionnels des laboratoires de recherche, des écoles et des instituts de formation.

✓ Etape du recyclage et de la valorisation par les acteurs de l'économie sociale solidaire

Eu égard à l'information souhaitée à ce niveau, la collecte d'information au niveau de ces acteurs a concerné ceux de Dakar. A cet effet, **43 recycleurs** et **44 réparateurs** évoluant dans des ateliers ou dans des décharges ont été enquêtés. Du fait que les récupérateurs ramassent toutes sortes de déchets dans les décharges, dépotoirs et poubelles, nous avons fait

un focus groupe avec ceux de Mbeubeuss, Colobane et Rebeuss pour apprécier la récupération des DEEE à leur niveau.

### **C.2.3) Stage technique et évaluation des expériences existantes**

Les informations recueillies sur le terrain sont complétées par des résultats de stage et d'évaluation des méthodes actuelles adoptées dans les entreprises et centres engagés dans la gestion des déchets électroniques. Un stage de deux (2) mois a été effectué à la Cellule de Solidarité Numérique dont l'un des objectifs majeurs a été d'analyser les performances de la cellule en matière de gestion des DEEE et de réfléchir sur des perspectives de valorisation de leurs composants. En outre, le Centre Régional des Conventions de Bales et Stockholm pour les pays francophones d'Afriques (CRCBS-AF) créé en 2005 a été pour nous un site d'information sur la gestion des déchets dangereux.

La connaissance des divers composants des DEEE, leurs impacts potentiels sur l'environnement et sur les populations sont des points importants de ce travail. A cet effet, par les procédés chimiques, la mise en œuvre de méthodes d'identification, de séparation, de valorisation des métaux précieux des DEEE et le traitement des substances dangereuses constituent un point important de nos recherches.

### **C.2.4) Méthode d'analyse des résultats**

Après la collecte et le traitement des données, la phase d'analyse des résultats a concerné les trois étapes suivantes:

- les enjeux écotoxicologiques des DEEE ;
- les enjeux socio-économiques et environnementaux des DEEE ;
- l'engagement des acteurs et l'analyse des contraintes techniques du système de gestion actuel.

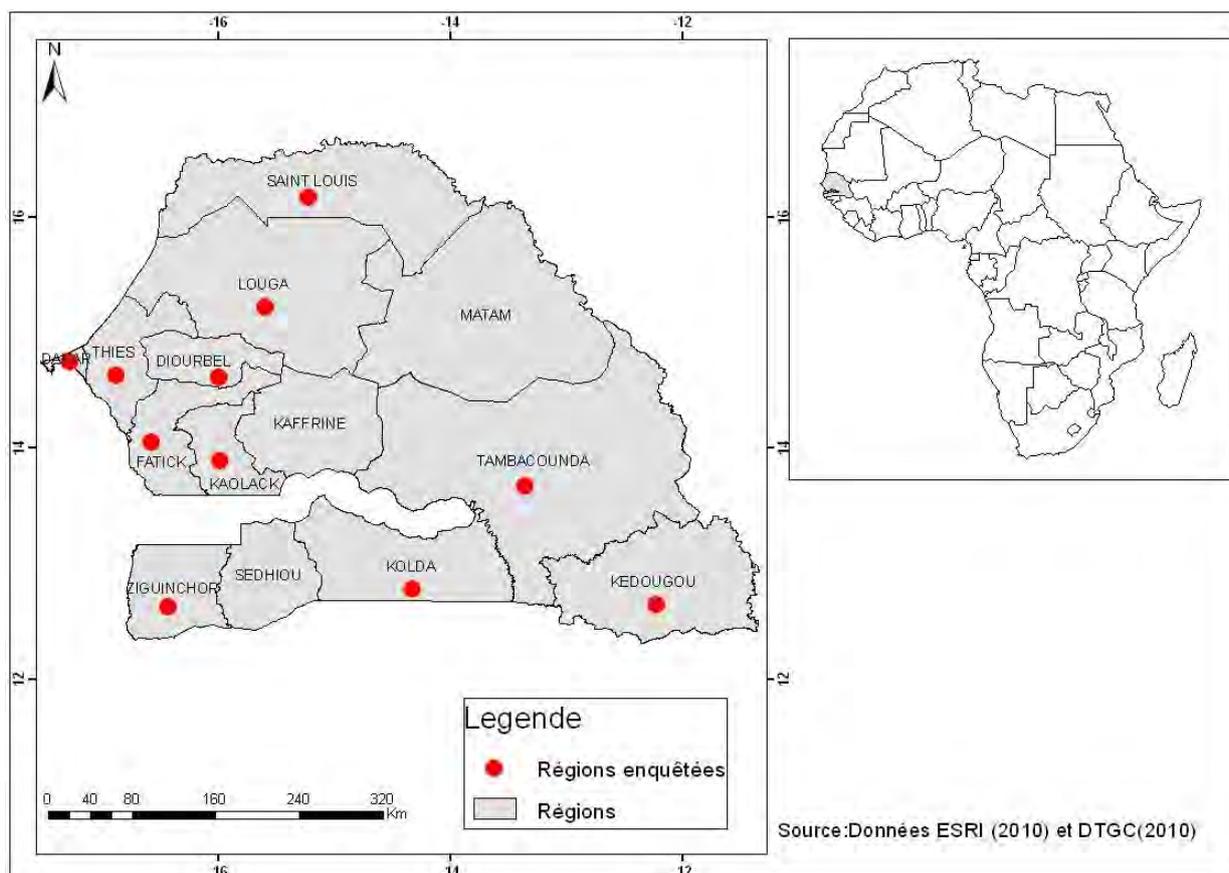
A la suite de l'analyse des résultats, une proposition de solutions pour la gestion écologiquement rationnelle et la valorisation des DEEE dans une perspective de mise en place d'une unité de traitement des DEEE au Sénégal est faite.

### **C.3) Cadre de l'étude**

Ce travail de recherche est effectué sur le territoire sénégalais. Pays de l'Afrique de l'Ouest, le Sénégal est situé à l'extrême ouest du continent africain, entre 12°5 et 16°5 de latitude Nord et 11°5 et 17°5 de longitude Ouest. Il couvre une superficie de 196 712 Km<sup>2</sup>. Le Sénégal dispose d'une façade maritime longue d'environ 700 km. Son espace maritime s'étend sur 198 000 km<sup>2</sup>; sa zone économique exclusive est de 200 milles marins et son plateau continental a une superficie de 23 800 km<sup>2</sup> qui regorge de beaucoup de ressources halieutiques (CSE, 2010). La Gambie forme une enclave dans le Sénégal, pénétrant à plus de 300 km à l'intérieur des terres, tout autour du fleuve du même nom.

En 2008, la loi 2008-14 du 18 mars 2008 a modifié la loi 72-02 du 1er février 1972 relative à l'organisation de l'Administration Territoriale et Locale et a porté le nombre de régions de 11 à 14. En plus des régions de Dakar, Diourbel, Fatick, Kaolack, Kolda, Louga, Matam, Saint-louis, Tambacounda, Thiès et de Ziguinchor, celles de Kaffrine, Kédougou et Sédhiou sont les trois dernières régions créées en 2008.

A l'exception de Kédougou dont le choix est motivé par les activités aurifères et les multiples populations de nationalités diverses qui y convergent, les nouvelles régions (Sedhiou et Kafrine) créées par le nouveau découpage de 2008 ne sont pas concernées par les enquêtes sur le terrain. L'organisation administrative en cours d'achèvement et le poids démographique de Sedhiou et Kafrine justifient notre option. Ce dernier facteur concerne Matam dont la densité est l'une des plus faibles au Sénégal. En effet, l'organisation du territoire sénégalais est caractérisée par de profondes disparités démographiques et économiques marquées par le poids de l'axe Dakar-Thiès et surtout de la ville de Dakar, en termes d'activités, d'équipements et d'infrastructures, par rapport au reste du pays. En termes de poids démographique, en 2011, le tiers de la population était concentré sur deux régions du pays, à savoir Dakar et Thiès. En 2013, la population du Sénégal était estimée à 13.508.715 habitants, soit une densité de 68,67 habitants au Km<sup>2</sup>. Cette population se caractérise par sa jeunesse ; l'âge moyen de la population est de 22,4 ans et la moitié de la population a 18,7 ans (âge médian) (ANSD, 2013). En effet, les densités démographiques et les maillages les plus denses en activités économiques et services sociaux se retrouvent dans les territoires de petite taille, du point de vue de la superficie. C'est le cas de la région de Dakar et de certaines localités de la frange côtière occidentale du Sénégal (*République du Sénégal, 2013*).



**Figure 1 :** Zone d'étude

Certains indicateurs clés déterminent le niveau de développement économique et social du pays. Dans le rapport sur la Situation Economique et Sociale du Sénégal en 2011, la deuxième Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal (ESPS-II) effectuée par l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) précise les informations sur le PIB (6 767 milliards CFA) ; le PIB par tête (526 390 CFA) ; le taux de croissance (2,1%) et le taux d'inflation (+3.4%) (ANSD, 2011). En plus, le taux de pauvreté à la même date est estimé à 46,7%. Ces informations sur le niveau de développement du Sénégal posent les défis de sa dépendance vis-à-vis des pays développés dans le domaine de l'acquisition de matériels électriques et électroniques. Le secteur informel occupe une part importante des activités commerciales et économiques des populations. Cela est dû en parti aux taux de chômage et d'analphabétisme élevés.

Le taux d'analphabétisme estimé à 58,2 % selon l'Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal (ESPS, 2005-2006) peut influencer sur la perception et les modes de gestion de DEEE. En 2011, l'ESPS-II estimait le taux de chômage à 10,2%. Ce taux au niveau des jeunes de 15 à 24 ans est chiffré à 12,7% au Sénégal selon la même enquête.

La volonté politique d'assurer une croissance durable du Sénégal est souvent anéantie par les effets des changements climatiques et d'autres défis environnementaux divers et variés tels que l'érosion côtière, l'élévation du niveau de la mer, la gestion des inondations et des déchets, la sécheresse, la dégradation des terres, les pertes de biodiversité, etc. L'Etat apporte, certes, des réponses politiques et institutionnelles mais les effets de celles-ci sont parfois anéantis par les facteurs structurants ou les forces agissantes comme la forte croissance démographique, l'urbanisation galopante, mais surtout, la pauvreté des populations et la crise économique mondiale (CSE, 2010).

Face à toutes ces urgences et aux moyens limités, la gestion des déchets présente beaucoup de lacunes. Les décharges non contrôlées existent en grand nombre au Sénégal dont la plus grande est celle de *Mbeubeuss* située à Dakar. Les déchets complexes comme les DEEE augmentent le fardeau concernant la prise en charge des produits en fin de vie au Sénégal.

# **PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDES ÉCOTOXICOLOGIQUES ET ENCADREMENT JURIDIQUE DES DEEE**

Cette partie présente les composants dangereux des DEEE, leur toxicité potentielle et leur devenir dans le milieu naturel. L'analyse a porté principalement sur les enjeux toxicologiques des retardateurs de flamme et des métaux lourds contenus dans les DEEE, notamment le plomb, le mercure et le cadmium. Ces métaux dangereux ainsi que les retardateurs de flamme confèrent aux DEEE le statut de déchets dangereux dont la gestion est régit par des textes nationaux et internationaux, tels que le code de l'environnement et la convention de Bâle.

Ce chapitre présente le régime juridique au niveau international et national applicable au DEEE. Dans le cadre de l'importation d'équipements électriques et électroniques, en tenant compte des niveaux de coopération entre le Sénégal et certains pays de l'Union Européenne, cette partie présente l'analyse de la Directives Européenne 2002/96/CE du 27 janvier 2003, relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques, modifiée par la directive 2003/108/CE du 8 décembre 2003 et celle relative à la limitation de l'usage de certaines substances dangereuses (ROHS).

L'analyse des conventions internationales auxquelles le Sénégal a souscrit réalisée dans cette partie permet d'apprécier leur niveau d'application concernant la problématique des DEEE.

## CHAPITRE I : ETUDES ECOTOXICOLOGIQUES DES DEEE

Les déchets constituent souvent des mélanges hétérogènes dont la composition varie selon l'époque et le lieu de production. Le périmètre de collecte permet de distinguer les origines municipale, industrielle et agricole. Les déchets sont le reflet de nos modes de consommation dépendant du contexte socio-économique de chaque pays. Selon les aspirations et les perceptions des individus, la terminologie du déchet peut varier.

Du point de vue économique, le déchet est un résidu de production et de consommation sans valeur d'usage (*Sachs, 1993*). Toutefois, cette définition est relative du fait que l'utilité d'un résidu dépend des besoins de son détenteur. Des équipements électriques et électroniques hors d'usage dans les pays développés sont fortement convoités dans les pays pauvres. Cet état de fait pose un problème d'identification du déchet et un flou dans sa définition sous un angle socio-économique et même juridique que d'aucuns utilisent pour se disculper de l'obligation d'une bonne gestion (*Gueye, 2004*). Le résultat de ces insuffisances est la défaillance des systèmes de contrôle des importations massives d'équipements en fin de vie dans le pays en voie de développement.

Au plan écologique, nous percevons comme déchet toute substance, ou matériau rejeté constituant un polluant potentiel et pouvant provoquer des dommages à l'environnement et à la santé humaine. Ainsi, de façon plus habituelle, on distingue :

- les déchets biodégradables pouvant se décomposer sous l'influence de micro-organisme ;
- et les déchets non biodégradables caractérisés par une résistance au processus naturel de décomposition.

Dans le cadre de ce travail, nous considérons la définition du Code de l'Environnement du Sénégal qui caractérise le déchet comme toute substance solide, liquide, gazeuse, ou résidu d'un processus de production ou de transformation ou d'utilisation et toute autre substance destinée à être éliminée ou devant être éliminée en vertu des lois en vigueur (*Code de l'environnement du Sénégal, 2001*). Cette définition met chaque acteur face à ses responsabilités dans le processus de prise en charge des déchets, particulièrement des déchets dangereux comme les DEEE.

En effet, la gestion des DEEE mobilise beaucoup d'acteurs qui font de la réutilisation et du réemploi pour remédier au recyclage. Pour répondre à un objectif de durabilité, la gestion des déchets, notamment de la fraction dangereuse, doit obéir à certaines normes environnementales et sanitaires ; on parlera dans ce cas d'une Gestion Ecologiquement Rationnelle (GER). Ce modèle de gestion préconise une meilleure articulation du processus basé sur la mise en place de filières permettant de développer des suites d'actions, des formalités et des emplois à réaliser, afin d'arriver à une meilleure gestion des déchets.

La législation européenne relative à la politique en termes de prévention et de gestion des déchets impose une hiérarchie qui va de l'option la plus écologique à la moins écologique. A cet effet, la prévention est le principe le plus encouragé du fait qu'elle réduit la production des déchets à la source par le biais d'une consommation responsable et d'un changement de comportements des populations (*Directive 2002/96/CE, 2003*). En plus des décideurs, les acteurs interpellés à ce niveau sont les ménages et les utilisateurs professionnels qui assurent principalement le premier usage du matériel.

Lorsque les déchets sont produits, la réutilisation est considérée comme l'optimum dans la chaîne de gestion. Elle repose sur l'utilisation du déchet ou d'une matière pour un usage différent de celui de son premier emploi (*Marc et al., 2010*). Selon la même source, le réemploi apparaît ainsi comme un nouvel emploi d'un objet ou d'une matière pour un usage analogue à celui de sa première utilisation. Le réemploi ne doit pas être vu comme l'utilisation d'un déchet, mais comme une seconde vie aux nombreux avantages : une économie sociale et solidaire, une optimisation de la durée de vie du matériel et un moyen de lutte contre la fracture numérique.

La complexité des déchets résulte des multitudes d'éléments entrant en jeu lors de la conception des équipements électriques et électroniques. Le téléphone portable, par exemple, renferme plus de la moitié des éléments du tableau périodique de Mendeleïev. Selon une étude de Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) sur la caractérisation des éléments d'un ordinateur de 30 Kg, citée dans le rapport de l'ACRR, des composants divers sont utilisés en des proportions variées.

**Tableau 1** : Composants d'un ordinateur de 30kg

**Source** : Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), 1996, cité par ACRR, 2010.

Composés	Contenu en % du poids total	Poids total dans l'équipement (Kg)	Utilisation/Localisation
Plastiques	22,9907	6,8972	Câbles, caisse, emballage, condensateurs
Plomb	6,2988	1,8896	Joints de métal, bouclier radiation/tube cathodique (TC), CI
Aluminium	14,1723	4,2516	Structure, conductivité/ boîtier, TC, CI, connecteurs
Germanium	0,0016	0,0004	Semi-conducteurs/ CI
Gallium	0,0013	0,0003	Semi-conducteurs/ CI
Fer	20,4712	6,1413	Structure, magnétisme/boîtier (acier), TC, CI
Étain	1,0078	0,3023	Joints de métal/ CI, tube cathodique
Cuivre	6,9287	2,0786	Conducteurs, tube cathodique, CI, connecteurs
Baryum	0,0315	0,0094	Dans le tube à vide/tube cathodique
Nickel	0,8503	0,255	Structure, magnétisme/boîtier (acier), TC, CI
Zinc	2,2046	0,6613	Batterie, émetteur phosphorescent/CI, tube cathodique
Tantale	0,0157	0,0047	Condensateurs/circuits imprimés, source d'alimentation
Indium	0,0016	0,0004	Semi-conducteurs, rectificateurs/circuits imprimés
Vanadium	0,0002	0,0000	Émetteur rouge phosphorescent/tube cathodique
Béryllium	0,0157	0,0047	Conducteurs thermaux/circuits imprimés, connecteurs
Or	0,0016	0,0004	Connecteurs, conducteurs/circuits imprimés, connecteurs
Europium	0,0002	0,0000	Activateur phosphorescent/circuits imprimés
Titane	0,0157	0,0047	Pigment, agent d'alliage/boîtier (aluminium)
Ruthénium	0,0016	0,0004	Circuit de résistance/circuits imprimés
Cobalt	0,0157	0,0047	Structure, magnétisme/boîtier (acier), TC, CI
Palladium	0,0003	0,0000	Connecteurs, conducteurs/circuits imprimés, connecteurs
Manganèse	0,0315	0,0094	Structure, magnétisme/boîtier (acier), TC, CI
Argent	0,0189	0,0056	Conducteurs/circuit imprimés, connecteurs
Antimoine	0,0094	0,0028	Diodes/boîtier, circuits imprimés, tube cathodique
Bismuth	0,0063	0,0018	Agent mouillant films épais, circuits imprimés
Chrome	0,0063	0,0018	Décoration, durcisseur/boîtier (acier), disque dur
Cadmium	0,0094	0,0028	Batterie, émetteur vert phosphorescent/ boîtier, CI, TC
Sélénium	0,0016	0,0004	Redresseurs/circuits imprimés
Niobium	0,0002	0,0000	Alliage soudure/boîtier
Vitrium	0,0002	0,0000	Émetteur phosphorescent rouge/tube cathodique
Mercure	0,0022	0,0006	Batteries, contacts/boîtier, circuits imprimés
Arsenic	0,0013	0,0003	Agents dopants dans les transistors/circuits imprimés
Silice	24,8803	7,4640	Vitres, éléments massifs/tube cathodique, circuits imprimés
Totaux	99,98%	29,99 Kg	

La présence de tous ces composants dans un ordinateur révèle la diversité des constituants des DEEE, mais également le soin attentif qui doit être apporté à la fraction dangereuse composée de métaux lourds et de retardateurs de flamme.

### **I.1) Etude sur des métaux contenus dans les DEEE**

Les déchets électroniques contiennent des composants dangereux qui nécessitent des méthodes de traitement et de recyclage spéciales pour éviter la contamination de l'environnement et les effets néfastes sur la santé humaine (*Kong et al., 2012*). La toxicité des DEEE est due en partie à la présence des métaux lourds et d'autres substances pouvant se former lors du traitement des équipements en fin de vie selon les méthodes adoptées et les équipements où les composants concernés.

*Huang et al. (2009)* ont caractérisé les composants selon les parties des équipements électriques et électroniques. Ils ont montré que le mercure est utilisé dans les relais et les commutateurs, les piles et les lampes; le cadmium dans les batteries, les cartes de circuits imprimés et le plomb dans les batteries, les tubes cathodiques. Ils ont précisé que les cartes de circuits imprimés concentrent des composants divers dont le plomb et l'antimoine, le béryllium, le cadmium et les retardateurs de flamme.

Pour mesurer l'enjeu écotoxicologique, une première étape consiste à mener une analyse sur les métaux lourds, entre autres, le mercure, le plomb et le cadmium. Ces éléments métalliques naturels sont caractérisés par une masse volumique ( $\rho$ ) supérieure à 5 grammes par  $\text{cm}^3$ . Un métal est une matière, issue le plus souvent d'un minerai, dotée d'un éclat particulier, bon conducteur de chaleur.

**Tableau 2** : Propriétés physico-chimiques de quelques métaux lourds (Tableau Périodique)

Elément	Plomb	Cadmium	Mercure
Masse atomique	270	112	200
Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	11,35	8,6	13,6
Température de fusion	327°	320,9°	-38°
Température d'ébullition	1,740°	765°	357°
Symbole Chimique	Pb	Cd	Hg

Présents dans les DEEE, ces métaux ne peuvent pas être dégradés biologiquement ou chimiquement dans l'environnement. Ils peuvent subir des réactions diverses pouvant conduire à d'autres composés plus toxiques. La combustion des déchets est une source d'émission anthropogénique des métaux lourds. Ces métaux se trouvent dans l'organisme et leur présence en des proportions optimales à l'endroit approprié contribue au développement de certaines fonctions physiologiques et biologiques chez l'homme. Ainsi, un homme moyen de 70 kg contient moins de 10 g de métaux essentiels (*Bliefert et Perraud, 2009*). Dans un milieu donné, ces métaux peuvent, par inhalation, ingestion ou par voie cutanée, intégrer l'organisme des êtres vivants. Dans ce cas, ils peuvent entraîner une toxicité aigüe ou chronique selon la dangerosité du polluant, le mode de transfert ou de contamination et les sujets cibles. Les métaux lourds peuvent contaminer les plantes à travers les aérosols ou les racines ; le transfert des métaux lourds des sols aux plantes peut être évalué à l'aide du facteur de transfert (f), que *Bliefert et Perraud (2009)* définissent comme le quotient de la concentration des métaux dans les plantes (Cp) sur la concentration des métaux dans le sol (Cs) ; les deux concentrations étant relatives à la matière sèche.

### **I.1.1) Le Plomb (Pb)**

Les principales sources d'émissions de plomb étaient les secteurs du transport (à travers le carburant contenant du plomb) et de l'industrie. Selon *Bliefert et Perraud (2009)*, depuis que la vente de carburant au plomb est interdite le 1<sup>er</sup> janvier 2000, les principales sources

d'émission de plomb sont constituées de l'incinération des déchets, de la métallurgie des métaux ferreux et non-ferreux et de quelques autres procédés industriels.

Les premiers effets de la toxicité du plomb commenceraient à 100 ug de plomb par litre de sang chez l'enfant et 150 ug de plomb par litre de sang chez l'adulte et le risque d'intoxication est plus élevé chez les jeunes enfants, plus particulièrement de 1 à 3 ans, car à exposition égale, l'organisme de l'enfant absorbe 50 % du plomb ingéré, tandis que la proportion chez l'adulte est seulement de 5 à 7 % (*Gérard, 2001*). Selon la même source, une forte plombémie conduit à une maladie appelée saturnisme. Cette maladie attaque les os et les enzymes et conduit à une perte d'appétit, une blancheur de la peau et un affaiblissement des muscles. Dans la ville de Guiyu en chine, l'exposition au plomb a été liée à un retard de puberté chez les filles (*Kriste et al., 2013*). A Thiaroye, quartier périphérique de Dakar, des pertes en vies humaines ont été notées en 2008 suite à une exposition aux composés du plomb. En effet, dans ce quartier populaire, l'activité de récupération informelle du plomb avait connu un développement croissant durant les années 2007 et 2008. La Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC), le Centre Antipoison (CAP) du Sénégal et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) y ont effectué une enquête sur la récupération du plomb des batteries usagées. Selon l'étude, les batteries usagées étaient démantelées et le plomb fondu en vue d'une valorisation matière avec tous les risques d'inhalation des fumées toxiques que cette pratique engendre. De plus, les oxydes de plomb ( $PbO$ ,  $PbO_2$  ou  $Pb_3O_4$ ) qui ne faisaient point l'objet d'une récupération étaient rejetés au sol ou enfouis dans des zones dépressionnaires dans le but de limiter les effets potentiels des inondations assez récurrentes dans cette zone. Ainsi, les études épidémiologiques ont confirmé sur le plan sanitaire, la corrélation existant entre ce niveau d'exposition au plomb particulièrement élevé et le décès d'au moins dix-huit (18) enfants dans la zone, entre décembre 2007 et février 2008. Dans cette zone où la norme de 400 ppm a été de loin dépassée par des valeurs surpassant 2000 ppm, sur 47 enfants testés, 37 cas nécessitaient un traitement chélateur urgent, soit 68% (*OMS et MEPN, 2008*). En plus, un retard de croissance a été remarqué pour certains cas contaminés.

Le système nerveux est la principale cible de la toxicité du plomb lors du recyclage des déchets électroniques, en particulier pour les enfants. Les résultats d'une étude ont montré un rapport inverse entre le Quotient Intellectuel (QI) et la plombémie (*Wang et al., 2012*). *Xu et*

*al. (2012)* ont rapporté que dans le cordon ombilical des nouveau nés de Guiyu, la teneur moyenne en plomb est de 10,78 g / dL, contre 2,25 mg / dL pour ceux d'une zone témoin.

Dans les équipements électriques et électroniques, le plomb se localise au niveau des batteries, des joints de métal, des tubes cathodiques (TC), des piles électriques et les circuits imprimés (*ACRR, 2003*). *Briefert et Perraud (2009)* précisent que dans l'environnement, le plomb est absorbé par les plantes soit par les stomates des feuilles, soit par les racines. Dans tous les deux cas, il empêche la synthèse de la chlorophylle. Ils ajoutent que le plomb peut également se combiner à d'autres éléments comme le soufre (S), l'oxygène (O<sub>2</sub>), le chlore (Cl) pour former des composés toxiques qui par voie cutanée, par inhalation ou par ingestion peuvent contaminer l'homme.

### **I.1.2) Le Cadmium (Cd)**

Le Cadmium est utilisé dans les alliages, les couches protectrices de fer contre la corrosion et dans la fabrication des piles Nickel-Cadmium (*Huang et al., 2009*). Les accumulateurs Nickel-Cadmium constituent un véritable casse-tête pour les pouvoirs publics. En effet, ces types de composants se retrouvent essentiellement dans les appareils à usage personnel ou ménager et il existe une tendance générale des consommateurs à conserver le matériel hors d'usage, dans l'idée qu'il pourra peut-être resservir. Etant donné que la concentration normale de cadmium dans le sang est de 5 ug/litre, selon l'OMS, une exposition de courte durée à de fortes concentrations de poussières ou de fumées de composés de cadmium est irritante pour les cellules des systèmes respiratoires et gastro-intestinaux (*Briefert et Perraud, 2009*). *Li et al. (2010)* ont trouvé du cadmium à des niveaux supérieurs aux normes de l'OMS dans le sang du cordon ombilical de plus de 25% des nouveau-nés dans la région de Guiyu (Chine). Ils montrent que l'accumulation du cadmium se fait dans les reins, car l'unique voie d'élimination est l'urine. Mais à cause des effets conjugués des autres composants, l'effet cancérigène n'est pas déterminé avec certitude.

En 1940, une maladie appelée « itai-itai » ou « aie-aie », faisant allusion à la douleur, est apparue chez des sujets évoluant à proximité des usines de fabrication du zinc-cadmium ; leurs squelettes se déformaient et leurs os se brisaient même sous faible effort (*Gérard, 2011*).

Dans les équipements électriques et électroniques, le cadmium se trouve dans les batteries, les émetteurs verts phosphorescents, les boîtiers, les tubes cathodiques (TC), les circuits imprimés (ACRR, 2003). La Directive 2002/95/CE recommandait qu'à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2006, les équipements électriques et électroniques sur le marché européen ne contiennent pas de cadmium. Au Sénégal, à l'instar des pays en développement, une importante quantité des DEEE issus des équipements conçus bien avant l'application de la Directives pollue notre environnement par le biais des métaux lourds.

### **I.1.3) Le Mercure (Hg)**

La concentration du mercure dans le sang est en général inférieure à 5 ug/litre ; les risques commenceraient à partir de 10 ou 20 ug/litre, selon les normes OMS (Bliefert et Perraud, 2009). Dans le milieu naturel, ce métal neurotoxique peut subir des réactions métaboliques pour générer d'autres composés toxiques à l'image du méthyle mercure et des composés organomercuriques. Bliefert et Perraud (2009) montrent que les conséquences du mercure sont, entre autres, la restriction du champ visuel, les troubles de la sensibilité, l'ataxie (manque de coordination des gestes), l'altération de la parole, de l'audition et de la marche, les troubles mentaux légers et la perturbation des réactions chimiques que les enzymes catalysent dans le corps; les personnes ayant une forte teneur en mercure dans le sang présentent également des anomalies chromosomiques.

L'une des premières tragédies liée à l'exposition au Mercure a été observée dans l'île de Kyutshu au Japon plus précisément à Minamata, en 1956. Cette maladie appelée également hydrargyrisme a fait près de 900 décès de 1949 à 1965 (Miquel G., 2001). En souvenir à cette tragédie, la convention de Minamata sur le mercure dont l'objectif est de protéger la santé humaine et l'environnement contre les émissions anthropiques de mercure et de composés de mercure a été adoptée le 18 janvier 2013 à Genève par 140 Etats. Une fois ratifiée par 50 Etats, elle devrait entrer en vigueur. Cet instrument juridique régleme aussi les émissions et les rejets de mercure provenant des grandes installations industrielles telles que les centrales à charbon, les chauffe-eaux industriels, les incinérateurs de déchets et les cimenteries. Elle prévoit notamment qu'en 2020, certains produits utilisant du mercure, comme des thermomètres, batteries ou lampes fluorescentes devront disparaître.

Même si l'orpaillage et les centrales à charbon sont les deux principales sources mondiales de pollution par le mercure, les DEEE contribuent à l'exposition au mercure. Le

mercure est un composant des DEEE qui se localise dans les batteries, les boîtiers et les circuits imprimés (ACRR, 2003). Lors de la conception ou du traitement du matériel en fin de vie, des émissions toxiques peuvent être enregistrées. Le traitement artisanal adopté pour les DEEE peut entraîner une dissémination de ces produits dans l'environnement avec la possibilité de formation d'autres composés toxiques.

Au Sénégal, l'utilisation de thermomètres et de lampes à mercure doit nous amener à prendre des dispositions pour éviter l'exposition de la population aux risques du mercure. Dans les activités d'orpaillage artisanal mené dans sa partie orientale, les acteurs utilisent ce métal lourd pour l'extraction de l'or. Ayant ratifié la Convention de Minamata, le 03 mars 2016, le Sénégal entend relever les défis concernant le mercure et les composés de mercure.

Il est important de fournir des informations sur les possibilités de gestion et de maîtrise des impacts des métaux lourds contenus dans les DEEE. Le défi de la gestion des DEEE s'étend également aux retardateurs de flammes dont certains présentent des risques avérés pour l'homme et pour l'environnement.

## **I.2) Etude sur les Retardateurs de Flamme (RF) contenus dans les DEEE**

Les retardateurs de flammes sont des composés organiques incorporés dans les appareils électriques et électroniques pour leur conférer des propriétés ignifuges. Outre la capacité d'arrêter ou de ralentir l'échauffement, la décomposition et l'inflammation, les retardateurs de flamme freinent la propagation des flammes en cas d'incendie. En phase solide, les RF forment un revêtement charbonné, empêchant l'accès de l'oxygène à la zone de pyrolyse et isolant le matériau de la chaleur des flammes. Les retardateurs de flammes peuvent empêcher les réactions radicalaires en phase gazeuse, avec comme conséquence le ralentissement de la réaction de combustion, voire la suppression de l'alimentation en gaz inflammables (Alaee et al., 2003).

Les plastiques sont la deuxième composante la plus importante en poids, soit 21% des déchets électroniques (Pant, Joshi, Upreti et Kotnala, 2012). Le PVC est l'un des polymères les plus utilisés souvent comme revêtement isolant des fils et des câbles dans les équipements électriques et électroniques. La présence de chlore dans le PVC est un motif de préoccupation, car, lors de la combustion incontrôlée de ces substances, des dioxines et des furannes sont émis (Oyuna et Bengtsson, 2010).

Les RF contiennent principalement des halogènes. Toutefois, à cause des propriétés physico- chimiques liées à la stabilité, certains halogènes ne remplissent pas les conditions de bons retardateurs de flamme. Seuls les composés organochlorés et organobromés sont utilisés comme retardateurs de flammes. Mais, avec un piégeage plus efficace et une température de décomposition plus basse, les composés organobromés sont beaucoup plus utilisés que leurs homologues chlorés (Alaee et al., 2003). Cet usage plus fréquent des retardateurs de flamme bromé est lié au fait qu'ils sont plus utilisés dans les plastiques et répondent aux normes de sécurité incendie UL-94 des Etats-Unis d'Amérique (Convention de Bâle, 2001).

Dans les équipements électriques et électroniques, les retardateurs de flamme principalement utilisés sont le tétrabromobisphénol A (TBBPA, le décabromodiphényle éther (DBDE), l'hexabromocyclododécane (HBCD).

✓ le tétrabromobisphénol A (TBBPA)

Formule brute	$C_{15}H_{12}O_2Br_4$
Nomenclature chimique selon l'IUPAC	2,2', 6,6'-Tetrabromo-4,4'-isopropylidenediphenol
Masse moléculaire	543,9 g/mol

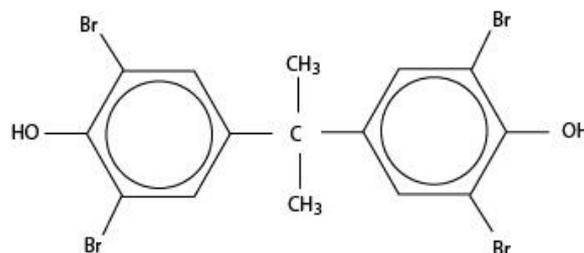


Figure 2 : Structure chimique du TBBPA

Le TBBPA est utilisé comme additif dans les résines d'Acrylonitrile-Butadiène-Styrène (ABS) constitutives des boîtiers plastifiés de certains appareils électriques ou électroniques (Delahaye et al., 2005).

✓ le décabromodiphényle éther (DBDE)

Formule brute	$C_{12}OBr_{10}$
Nomenclature chimique selon l'IUPAC	2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-décabromodiphényle éther
Masse moléculaire	960 g/mol

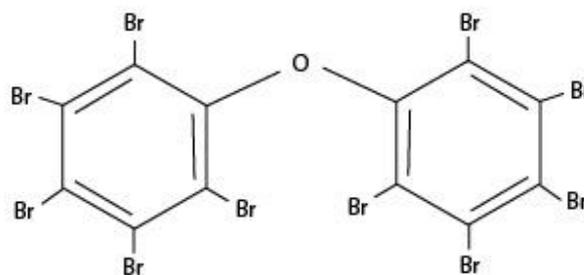


Figure 3: Structure chimique du DBDE

Il est démontré que sous l'effet du rayonnement UV, le DBDE perd rapidement un ou plusieurs atomes de brome et qu'il peut par conséquent se dégrader pour produire l'ensemble de la série des polybromodiphényles éthers ainsi que les furanes correspondants (*Watanabe et Tatsukawa, 1987; Soderstrom et al., 2004; Ahn et al., 2006*).

Les PBDE peuvent être rejetés dans l'environnement durant les activités de fabrication et de transformation industrielle, pendant toute la durée de vie des articles qui contiennent des PBDE, ainsi qu'à la fin de la durée de vie de ces articles durant leur recyclage et leur élimination artisanale. Les PBDE sont utilisés comme RFB dans les cartes de circuits imprimés, et pourraient être libérés dans l'environnement à température élevée car ils ne sont pas liés chimiquement aux produits (*Wit, 2002; Wang et al., 2005; Liu et al., 2008*).

A la Conférence des Parties de la Convention de Stockholm, en 2009, le Pentabromodiphényléther (Penta-BDE) et de l'Octa-BDE ont été ajoutés à la liste commerciale des Polluants Organiques Persistants (POP). Actuellement, l'utilisation du Penta-Bromo Diphényle Ether, de l'Octa-Bromo Diphényle Ether, et des Biphényles polybromés est interdite dans beaucoup de pays et entièrement en Europe.

#### ✓ l'hexabromocyclododécane (HBCD)

Formule brute	$C_{12}H_{15}Br_6$
Nomenclature chimique selon l'IUPAC	1, 2, 5, 6, 9,10-hexabromocyclododécane
Masse moléculaire	641,695 g/mol

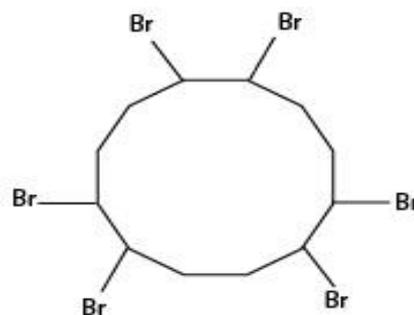


Figure 4: Structure chimique du HBCD

Selon *Delahaye et al. (2005)*, l'hexabromocyclododécane est essentiellement utilisé comme agent ignifuge bromé ajouté dans les isolants thermiques. Il est aussi utilisé dans des colles, peintures, adhésifs et dans des polymères contenus dans les équipements électriques et électroniques.

Selon un rapport de l'Ecole Nationale de Santé Publique de Renne publié en 2005, l'industrie électronique est devenue le premier consommateur de retardateurs de flamme

bromés. Environ 56% de la production des Substances Ignifugées Bromées sont utilisées dans les Equipements Electriques et Electroniques (*Delahaye et al, 2005*). En outre, une étude de Greenpeace révèle que plus de 1 450 tonnes de Tétrabromobisphénol A (TBBPA) ont été utilisées pour fabriquer les 991 millions de téléphones portables vendus en 2006 (*Greenpeace, 2008*).

Sous l'influence de phénomènes naturels tels que les rayons UV, la chaleur ou les bactéries, les retardateurs de flamme peuvent subir des réactions leur permettant de générer des produits appelés congénères. Outre les produits originels, tous ces congénères sont susceptibles de se former lors de l'incinération des déchets ou de l'entreposage sauvage des déchets contenant des RFB. Ces composants, une fois émis, se dissipent dans les compartiments de l'environnement sous diverses formes.

### **I.2.1) Devenir des RFB dans l'environnement**

Du fait de l'augmentation des Equipements Electriques et Electroniques combiné aux problèmes de gestion de déchets qui en résultent, les retardateurs de flamme bromé peuvent se retrouver dans tous les biotopes. Ceci est favorisé par leur faible solubilité dans l'eau, et par conséquent leur forte lipophilie. La persistance et la faculté de bioaccumulation des RFB dans les organismes vivants peuvent exacerber l'exposition de la population (*Wania et Dougani, 2003*).

Compte tenu de leurs propriétés intrinsèques, les RFB sont persistants dans l'environnement et présentent une aptitude majeure à subir un transport à longue distance dans l'atmosphère. Les études de Wania et Dougani ont estimé à partir de différents modèles, la distance caractéristique de transport du Tetra-BDE entre 1113 et 2483 Km, celle du Penta-BDE entre 608 et 1349 Km et celle du Déca-BDE entre 480 et 735 Km (*Wania et Dougani, 2003*). Ils ajoutent que les RFB sont dispersés dans l'air à des distances variables, dépendant des conditions météorologiques, de la taille des particules présentes dans l'air et du degré de bromation du composé. La formation de dioxines et de furannes provenant de la combustion des déchets électroniques varie selon l'importance de la teneur en brome (*Funcke et Hemminghaus, 1997; Watanabe et al, 2008*).

Ainsi, ces études précisent que plus le nombre d'atome de brome est élevé plus la mobilité du composé est réduite. En outre, dans l'eau, la solubilité influe sur le transport des RFB. Le DBDE plus hydrophobe que ses congénères moins bromés est fortement lié aux particules présentes dans les sédiments et sa mobilité s'en trouverait réduite (*Watanabe et al. 1986*). Leurs demi-vies dans l'atmosphère augmentent avec la teneur en brome et peuvent varier selon le milieu naturel (air, sol, eau) dans lequel ils sont libérés.

Les RFB ont tendance à se dégrader facilement lorsqu'ils sont exposés à la lumière du soleil, ou à de fortes températures. La vitesse de décomposition des PBDE suite à l'effet du rayonnement UV est proportionnelle au nombre d'atomes de brome présents sur la molécule (*Bezares-Cruz et al. 2004; Eriksson et al. 2004*). Ils peuvent être également dégradés par des microorganismes présents dans les sédiments. Ces phénomènes de dégradation des RFB ayant lieu dans l'environnement, diminuent autant l'estimation des niveaux réels présents dans les différents compartiments analysés. Le TBBPA et le DBDE peuvent être dégradés en milieu anaérobie par les micros organismes.

### **I.2.2) Facteurs d'émission potentielle des RFB**

Les Procédé de recyclage primitif représentent une source importante d'émission de polluants organiques halogénés dans l'atmosphère ambiante des lieux de recyclage des déchets électroniques. La méthode de recyclage primitif pourrait occasionner des émissions de PBDE dans l'environnement local. Lors de la dégradation de ces composants bromés, tous les congénères peuvent se former en plus de la possibilité d'émission de Dioxine et de furane (*Zhaofang et al., 2013*). Au Sénégal, les conditions de stockage anarchique, la mise en décharge, le recyclage informel et l'incinération des déchets constituent des facteurs d'émission potentielle des retardateurs de flamme. Les activités de réparation menées dans les ateliers sont génératrices de RFB. Cependant, malgré les quantités en croissance continue de DEEE dans nos milieux de travail, il n'existe pas encore d'études spécifiques sur les RFB au Sénégal.

### I.2.3) Voies de contamination

Au plan international, de plusieurs expériences effectuées sur des animaux tels que les souris, les rats et les lapins, le rapport de l'atelier santé-environnement de l'école nationale de Santé Publique de Renne intitulé « *évaluation et gestion des risques liés à l'exposition aux substances ignifuges bromées* » révèle que les données relatives à l'exposition et les données toxicologique du TBBPA et du HBCD sont peu nombreuses (Delahaye et al. 2005). Cette même étude soutient que les principales voies d'exposition aux RFB sont l'inhalation et l'ingestion par la consommation d'aliments et du lait maternel pour les nourrissons. Au Ghana, les niveaux accrus de diphényles polychlorés (PCB) et de diphényle polybromés (PBDE) trouvés dans les échantillons de lait à Accra étaient liés aux activités de recyclage informel de déchets électroniques (Asante et al. 2011).

De plus, il a été admis par une étude en 2005 que l'apport de certains retardateurs de flamme par les produits de mer représenterait 33 à 80% des apports totaux auxquels les populations sont exposées (Bragigand, 2005). Compte tenu de la part importante que représentent les produits de mer dans la consommation, mais aussi du transport à grande distance que subissent les retardateurs de flammes, la réduction de leur concentration dans l'environnement doit être effective. Par ailleurs, l'exposition aux RFB dans un voisinage immédiat peut favoriser l'absorption par voie respiratoire. Le rapport de l'atelier santé-environnement reconnaît que l'absorption par voie cutané est très limitée et que celle-ci diminue également avec l'augmentation du degré de bromation.

Une étude menée à l'Institut National Polytechnique de Toulouse sur le « *devenir des retardateurs de flammes bromés chez le rat et l'homme: caractérisation des métabolites et évaluation de l'exposition fœtale* » précise que dans les organismes vivants, les concentrations les plus importantes ont été mesurées chez les animaux se situant au sommet de la chaîne trophique ; l'exposition des animaux aux RFB étant largement dominée par la voie alimentaire (Riu, 2006). Compte tenu des relations de dépendance entre les êtres vivants, l'exposition peut s'étendre à plusieurs individus dont l'homme.

#### **I.2.4) Données toxicologiques des RFB et des autres composants des DEEE**

Les connaissances sur les niveaux d'exposition des populations, la toxicité des RFB pour l'environnement, de même que le devenir de ces composés dans l'environnement et dans des organismes vivants demeurent partielles. Cependant, la Dose Létale 50 (DL-50) des trois composés de RFB varie de 5 g/Kg poids corporel (pc) chez les rats (pour le Déca-BDE et le TBBPA) à 10g/Kg pc (pour le HBCD) (*Delahaye et al. 2005*). Le HBCD est suspecté comme d'autres substances ignifuges d'être un perturbateur endocrinien. En effet, ces données toxicologiques ne permettent pas d'évaluer avec précision le risque qu'ils représentent pour la santé humaine.

L'incinération des DEEE provoque l'émission de dioxines, de furanes et des hydrocarbures aromatiques polycycliques extrêmement toxiques qui se forment lors de la combustion du PVC mais aussi des produits ignifugeant polybromés (*Dübendorf et al. 2007*). Les dioxines sont classées par l'OMS parmi les substances cancérigènes, et il a été observé qu'une exposition prolongée aux dioxines entraînerait une atteinte du système immunitaire, une perturbation du développement du système nerveux, des troubles des régulations endocriniennes et en particulier de la fonction de reproduction (*Mukerjee, 1998*). Ces composants dangereux peuvent jouer le rôle de perturbateurs endocriniens pour les hormones thyroïdiennes (*Riu, 2006*). En plus, les dioxines et les furanes peuvent conduire également à des modifications dans la croissance et le développement fondamental des cellules, ce qui peut entraîner des effets indésirables sur la reproduction et le développement, la suppression du système immunitaire et provoquer le cancer (*US EPA, 2012*). En 2003, selon une nouvelle analyse du risque de cancer lié à la dioxine, il a été démontré qu'il n'y avait pas de «seuil» en deçà duquel la dioxine ne pourra pas causer le cancer (*Mackie et al., 2003*).

Suite à l'exposition locale professionnelle et directe, les scénarii de traitement de déchets électroniques peuvent avoir un impact sur l'environnement et provoquer une exposition étendue et répétée de la population en général à des mélanges de substances toxiques (*Chiara, Orisakwe, Roberto et Alberto, 2009*). Les composants des DEEE peuvent faire une accumulation dans la chaîne alimentaire à travers un phénomène d'assimilation et de concentration dans l'organisme qu'on appelle la bioaccumulation (*Gérard, 2001*). Des analyses faites sur les légumes qui ont été cultivés à proximité des sites de recyclage des déchets électroniques en Chine ont montré qu'ils contiennent des concentrations élevées

d'Hydrocarbure Aromatique Polycyclique (HAP) (Tang et al, 2010; Wang et al., 2012). Le problème est d'autant plus complexe que dans les sites de recyclage, des composants chimiques dangereux sont utilisés pour l'extraction de métaux. Par conséquent, les expositions potentielles comprennent les constituants d'origine de l'équipement, les substances ajoutées au cours du processus de récupération, et les substances formées à la suite du processus (Marie, 2013).

Par ailleurs, les résultats plausibles associés à l'exposition aux déchets électroniques dans les zones de recyclage informel ont montré une augmentation des avortements spontanés, des naissances prématurées et des cas de décès à la naissance, une réduction du poids et de la taille à la naissance et des modifications de l'ADN (Kristen et al., 2013).

Dans les conditions actuelles de gestion des DEEE au Sénégal, les récupérateurs, les recycleurs et les réparateurs sont exposés aux composés des RFB ainsi qu'aux autres composants dangereux des DEEE. Le danger pour les travailleurs et l'environnement peut varier considérablement en fonction de la spécificité des opérations de chaque installation, des composants à traiter, du niveau de connaissance des risques liés à l'exposition au DEEE et des mesures de protection. Même si le risque est réel au Sénégal, il est important de préciser que la pollution généralisée de l'environnement liée aux sites de recyclage des déchets et à d'autres secteurs (transport, industrie...) entrave l'identification des sources et des voies d'exposition spécifiques au DEEE. Toutefois, vu leur composition en éléments toxiques, une exposition des populations à ces types de déchets est un risque pour la santé.

**Tableau 3 : Quelques données toxicologiques des composants des DEEE (Miquel G., 2001)**

Eléments	Impacts sur la santé	Parties cibles
Le Plomb	cancer, saturnisme	systèmes nerveux, endocriniens, cardiovasculaires, les reins, les os
Le mercure	l'hydrargie ou hydrargyrisme, cancer, néphrologique (reins), et neurologique (cerveau)	Le cerveau, le sang (surtout le méthyle-mercure)
Le chrome	cancer et infections respiratoires	Le Foie, les reins, les organes respiratoires
Le cadmium	Cancer, maladie d'Itaï-Itaï	Les reins, le foie, le cœur et le squelette
Les RFH (retardateurs de flamme halogènes)	Cancer et neurotoxiques	Le système nerveux et reproductif
PCB (polychlorure de Biphényle) et PVC (polychlorure de Vinyl)	Infection des poumons lors de l'incinération (émission de dioxines)	Organes respiratoires
aluminium	maladie d'Alzheimer	Le système nerveux central,
Nickel	maladies cardiovasculaires, problèmes oculaires...	La peau et les yeux, les poumons et le cœur

Au regard des problèmes de pollution et de santé publique dans le monde, l'approche de précaution incite à la mise en place d'une réglementation sur les RFB et les métaux des DEEE aux fins de promouvoir de bonnes pratiques de recyclage. C'est ainsi que la Directive Européenne 2002/96/CE du 27 janvier 2003 sur les DEEE exige un traitement sélectif pour les matériaux plastiques et les autres composants d'équipements électriques et électroniques contenant des retardateurs de flammes bromés en précisant que les substances ignifuges bromées (SIB) doivent être séparées des DEEE avant le recyclage. Car, dans le cadre d'un processus de décomposition thermique, du TBBPA (monomère neurotoxique) peut être libéré lors du démantèlement et de l'incinération d'appareils électroniques (*Luda et al. 2002; Hornung et al. 2003*). D'autres composants des DEEE ont fait l'objet d'une réglementation,

soit par une convention internationale, soit par des textes nationaux. Mais, les lacunes et le manque de rigueur dans l'application de l'arsenal juridique qui encadre l'importation et la gouvernance des équipements électriques et électroniques amplifient leurs conséquences sur l'environnement et sur la santé.

## **CHAPITRE II : ANALYSE DU CADRE JURIDIQUE APPLICABLE A LA GESTION DES DECHETS D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES**

Un certain nombre d'instruments législatifs et réglementaires internationaux et nationaux applicables aux déchets dangereux, notamment les déchets d'équipements électriques et électroniques, ont été mis en place.e

### **II.1) Les instruments internationaux**

#### **II.1.1) Convention de Bâle**

Adoptée le 22 mars 1989 par 105 pays, cette convention internationale vise à préserver la santé humaine et l'environnement contre les effets indésirables générés par la production, les mouvements transfrontaliers et l'élimination des déchets dangereux. Elle est entrée en vigueur le 5 mai 1992. Le principe de base de la Convention est qu'un pays signataire de la convention ne peut exporter des déchets dangereux que vers un autre pays signataire. Il doit l'informer, obtenir son consentement et prouver que les déchets dangereux seront gérés selon « *des méthodes écologiquement rationnelles* » (Bâle, 1989). Mais, les limites de la convention de Bâle résident dans le principe de consentement préalable de l'Etat qui reçoit les déchets dangereux. En effet, compte tenu du niveau d'engagement des Etats par rapport aux préoccupations environnementales et des inégalités de développement, cette clause laisse une porte ouverte à la corruption sans garantir le traitement adéquat des déchets. En dépit de toutes les obligations qui pèsent sur les pays signataires, ses limites se font de plus en plus sentir à travers le commerce illicite des DEEE. Par conséquent, selon l'esprit de l'amendement de la convention de Bâle, de nombreux pays et ONG militent en faveur d'une interdiction totale de l'expédition de déchets dangereux en destination des pays en développement.

A la troisième rencontre de la Conférence des pays ayant ratifié la Convention de Bâle en 1995, un amendement fut ajouté à cette dernière. Cette décision, interdit aux pays ayant ratifié l'accord, membres de l'UE, ou de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) d'exporter des déchets dangereux à des fins d'élimination définitive et

de recyclage vers les autres pays ayant signés la convention. Cependant, il a été décidé qu'au moins les trois-quarts des pays (*environ 79 pays*) ayant ratifié la Convention de Bâle devraient également ratifier le "Ban Amendment" pour que celui-ci puisse entrer en vigueur. Malgré le plaidoyer des ONG tel que Greenpeace et la mobilisation des pays africains et de certains pays européens, le "Ban Amendment" n'est ratifié que par 63 pays et par conséquent ne peut entrer en vigueur. L'Union européenne a, par contre, adopté le "Ban Amendment" en 1997, ce qui lui donne une valeur contraignante dans tous les États membres.

Lors de la 8<sup>ème</sup> réunion de la Conférence des Parties de la Convention de Bâle, en 2006, *le premier forum mondial sur les déchets électroniques* a été organisé et a conduit à la Déclaration de Nairobi sur la création de solutions innovantes pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets électroniques. Il en ressort une nécessité urgente de promouvoir la sensibilisation du public aux risques, le développement de la technologie et l'échange d'informations sur les meilleures pratiques de gestion et une application plus stricte des dispositions de la Convention de Bâle, principal instrument mondial pour arrêter le trafic illégal de déchets électroniques et pour guider la gestion sûre de ces déchets (*Basel Convention, 2013*).

### **II.1.2) Convention de Bamako**

Pour mieux adapter les résolutions de la Convention de Bâle aux réalités du continent africain, sous l'égide de l'Organisation de l'Unité Africaine (OUA), la Convention de Bamako, ratifiée par 51 Etats, est entrée en vigueur le 20 mars 1996. Le Sénégal a souscrit à cette convention, le 30 janvier 1991. L'esprit de la Convention de Bamako est de prévenir tout trafic ou recommande le recours à des technologies écologiquement rationnelles pour l'élimination des déchets dangereux. Les Parties à la présente Convention peuvent conclure des accords ou arrangements bilatéraux, multilatéraux ou régionaux touchant les mouvements transfrontaliers et la gestion des déchets dangereux produits en Afrique avec des Parties ou des non Parties à condition que de tels accords ou arrangements ne dérogent pas à la gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux (*Convention de Bamako, 1991*). L'application de la Convention de Bamako permettrait d'encadrer la gestion et la valorisation des DEEE qui présentent les caractéristiques des déchets qu'elle traite.

### **II.1.3) Convention de Stockholm**

Adoptée le 22 mai 2001 à Stockholm, cette convention internationale est un instrument juridique contraignant pour la production, le commerce et l'utilisation des Polluants Organiques Persistants (POP). Le Sénégal a ratifié ladite convention en 2003.

Les équipements des TIC renferment des composants tels que les transformateurs et les condensateurs contenant des Retardateurs de Flammes Bromées (RFB) dont les éléments constitutifs sont listés parmi les POP. Les composants des DEEE libérés lors de l'incinération et la mise en décharge tels que les dioxines et les furanes intègrent ces types de polluants qui résistent aux processus naturel de dégradation biologique. Fort heureusement, les retardateurs de flamme bromés, les dioxines et les furanes formés pourraient être décomposés et éliminés dans des conditions de combustion contrôlée avec l'efficacité du système de traitement des gaz émis (*Watanabe et al., 2008*).

Le Centre Régional des Conventions de Bâle et Stockholm pour les pays francophones d'Afriques (CRCBS-AF), basé à Dakar, s'occupe de la coordination des conventions de Bâle et de Stockholm. Il est alors impliqué dans la gestion des DEEE en tant que déchets spéciaux dangereux. Le Sénégal étant signataire des Conventions de Stockholm et de Bâle se doit de réduire toute forme de rejet des déchets dangereux tels que les DEEE.

### **II.1.4) Convention de Rotterdam**

Cette Convention se penche sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits. Sa ratification en 2004 par le Sénégal marque son adhésion à l'initiative internationale sur le mercure. La Convention de Rotterdam a pour objectif d'encourager le partage des responsabilités et la coopération entre les parties dans le domaine du commerce international de certains produits chimiques dangereux. Elle incite les pays signataires à prendre des décisions applicables à l'importation des produits chimiques et à leur exportation et d'assurer la communication de ces décisions aux parties concernées. La toxicité des composants chimiques des DEEE et leurs mouvements entre les pays constituent une raison d'appliquer les dispositions de la présente Convention aux dits déchets.

Etant donné que le Sénégal ne fabrique pas d'équipements électriques et électroniques, ces types de matériels utilisés par les populations proviennent souvent des importations des

pays développés. En effet, les dispositions législatives et réglementaires qui régissent les DEEE dans ces pays exportateurs doivent être connues de tous les importateurs et appliquées avec rigueur. Certains équipements sont fabriqués dans l'espace Union Européenne où un certain nombre de textes relatifs à la gestion des DEEE existent.

### **II.1.5) Directive Européenne spécifique aux DEEE**

La Directive européenne 2002/96/CE du 27 janvier 2003, relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques, modifiée par la directive 2003/108/CE du 8 décembre 2003 (modification de l'article 09 portant financement des déchets professionnels) impose:

- la collecte sélective des DEEE sans laquelle le recyclage ne peut être réalisé ;
- le traitement systématique de certains composants et de substances dangereuses;
- que la priorité soit donnée à la réutilisation d'appareils entiers ;
- que les produits mis sur le marché après le 13 Août 2005 soient marqués par une poubelle barrée, et que les consommateurs doivent être informés sur le coût du traitement ;
- aux producteurs d'EEE de déclarer les quantités d'équipements mises sur le marché national et les quantités de déchets d'équipements collectées au niveau national, puis traitées, dans leur pays d'implantation ou à l'étranger et les quantités de produits issus du traitement de ces déchets.

Son objectif final est de retirer progressivement les DEEE des autres déchets afin qu'ils ne soient pas incinérés ni mis en décharge afin de réduire les risques de pollution. Elle se fonde sur la Responsabilité Elargie du Producteur (REP) qui impose aux fabricants d'organiser la collecte et le traitement des anciens appareils.

En dépit de quelques difficultés en termes de mise en œuvre, la directive DEEE constitue un modèle sans précédent, en matière de gestion à l'échelle mondiale des déchets d'équipements électriques et électroniques, qui est en train d'être adopté, sous différentes formes dans d'autres pays. La substitution ou la limitation des substances dangereuses dans le strict respect de cette Directive pourrait être un acquis majeur pour la Science et pour l'Environnement.

## **II.1.6) Directive européenne sur la limitation de l'usage de certaines substances dangereuses (ROHS)**

Cette directive fixe une liste de substances dangereuses. Elle précise essentiellement qu'à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2006, quatre métaux lourds (plomb, mercure, cadmium, chrome hexavalent) et les retardateurs de flamme PCB (polychlorobiphényle) et PBDE (décabromodiphényléther) devraient être bannis de la fabrication des nouveaux appareils électriques et électroniques.

*Suthipong S. et al (2012)* précisent que le Japon et la Chine se sont dotés de cadre juridique pour la gestion des déchets électroniques. Le Japon a eu des lois sur le recyclage des appareils ménagers depuis 2001, y compris pour les tubes cathodiques. L'utilisateur final doit payer une cotisation de recyclage, les points de collecte sont installés au niveau des points de vente, et le recyclage est effectué par la société de production. Les frais de recyclage payés par les consommateurs varient de 1800 à 5000 yens (environ 20-55 \$ US), en fonction du type de produit.

La Chine, en plus de la ratification de la Convention de Bâle, a une loi de 2002 interdisant l'importation de déchets dangereux. Depuis 2005, la mesure de gestion appelée ROHS de la Chine pour la prévention de la pollution par les produits électroniques est devenue effective. Une loi sur l'élimination des déchets adoptée en 2009 vise les déchets électroniques de façon spécifique, en précisant le financement des installations de recyclage. Du fait qu'une bonne partie des équipements importés au Sénégal viennent de la Chine et du Japon, l'engagement de ces pays dans la gestion des DEEE pourrait avoir des effets positifs sur le lourd fardeau de leur prise en charge. Toutefois, pour plus d'efficacité et un impact réel dans les pays, la ROHS aurait dû intégrer le traitement des équipements conçus bien avant son entrée en vigueur qui sont dans le circuit de la distribution, de l'utilisation ou de la valorisation. Ces déchets constituent une menace pour l'environnement. Le problème est d'autant plus sensible dans les pays en développement où une masse considérable des DEEE s'entassaient déjà dans les dépotoirs, les décharges ou dans les services avant que cette directive ne soit instituée.

L'application avec rigueur des instruments internationaux auxquels le Sénégal a souscrit aurait des impacts positifs sur les textes nationaux régissant l'environnement.

## II.2) Les textes nationaux applicables au DEEE

### II.2.1) loi 2001-01 du 15 Janvier 2001 portant code de l'environnement

Le titre II du Code de l'Environnement du Sénégal intitulé « Prévention et lutte contre les pollutions et nuisances » statue sur la gestion des déchets et sur les substances chimiques nocives et dangereuses respectivement en ses Chapitres III et IV.

Les articles L 30, L 31, L 33, L 36, L 37, L 39, L 41, L 42 du chapitre III traitent des modalités de Gestion Ecologiquement Rationnelle (GER) des déchets, de la responsabilité des producteurs, du régime d'interdiction de l'importation des déchets dangereux sur le territoire sénégalais, de leur immersion, de leur incinération, etc. dans les eaux continentales. En outre, ces dispositions autorisent les collectivités locales à créer une redevance spéciale pour gérer les autres déchets spécifiques aux ordures ménagères. Les DEEE peuvent être classés, par voie de conséquence, parmi ces déchets spécifiques. Cette idée est énoncée par l'article 32 du chapitre III qui stipule que « *les collectivités locales assurent également l'élimination des déchets autres que ménagers, qu'elles doivent, eu égard à leurs caractéristiques et aux quantités produites, collecter et traiter sur la base de recommandations et normes techniques particulières. Elles peuvent, à cet effet, créer une redevance spéciale, en conformité avec la réglementation en vigueur. Elles exercent leurs attributions dans les conditions fixées par la présente loi, le Code des collectivités locales et les textes de transfert des compétences* ». Selon le type de déchets, le système de gestion mise en place doit répondre à des exigences environnementales que le Code de l'Environnement sénégalais résume ainsi en son article L 30 qui précise que « *les déchets doivent être éliminés ou recyclés de manière écologiquement rationnelle afin de supprimer ou de réduire leurs effets nocifs sur la santé de l'homme, sur les ressources naturelles, la faune et la flore ou la qualité de l'environnement* ». Les acteurs doivent, en effet, jouer un rôle important dans toutes les étapes que comporte l'élimination des déchets, les conditions dans lesquelles elle doit être faite, l'obligation à laquelle sont soumis les concessionnaires, l'interdiction des dépôts sauvages, de l'incinération, de l'immersion, et les conditions dans lesquelles il faut avoir l'autorisation du ministère en charge de l'Environnement tel que précisé dans le Code à travers les articles L33, L34, L35 jusqu'à L42.

En son article L31, le Code traite de la responsabilité du producteur en ces termes « *Toute personne, qui produit ou détient des déchets, doit en assurer elle-même l'élimination ou le recyclage ou les faire éliminer ou recycler auprès des entreprises agréées par le Ministère*

*chargé de l'Environnement. A défaut, elle doit remettre ces déchets à la collectivité locale ou à toute société agréée par l'Etat en vue de la gestion des déchets. Cette société, ou la collectivité locale elle-même, peut signer des contrats avec les producteurs ou les détenteurs de déchets en vue de leur élimination ou de leur recyclage. Le recyclage doit toujours se faire en fonction des normes en vigueur au Sénégal ».* Cette article met le producteur devant ses responsabilités et pose les bases d'une harmonie entre les acteurs, les collectivités locales et toutes les structures qui s'investissent dans la gestion des déchets.

L'Article L40 stipule que *« la fabrication, l'importation, la détention en vue de la vente, la mise à la disposition du consommateur de produits ou matériaux générateurs de déchets doivent être réglementées par arrêté conjoint des Ministres chargés du Commerce, de l'Environnement, et de la Santé, en vue de faciliter l'élimination desdits déchets ou, en cas de nécessité, les interdire ».* Cet article est en adéquation avec les dispositions de la Convention de Bâle sur le Contrôle des Mouvements Transfrontaliers des déchets. Tenant compte des quantités des matériels en fin de vie et parfois même des DEEE qui entrent au Sénégal, une bonne application est pertinente pour un meilleur contrôle des importations d'équipements électriques et électroniques.

Notre analyse du Code montre que ce document de référence en termes de préservation de l'environnement ne traite pas de manière spécifique de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques. Par conséquent, la législation sénégalaise ne présente pas un cadre juridique spécial sur les DEEE.

En revanche, le chapitre IV intitulé « Substances chimiques nocives et dangereuses » en son Article L44 dit clairement que *« les substances chimiques nocives et dangereuses qui, en raison de leur toxicité, de leur radioactivité, de leur pouvoir de destruction de l'Environnement ou de leur concentration dans les chaînes biologiques, présentent ou sont susceptibles de présenter un danger pour l'homme, le milieu naturel ou son environnement lorsqu'elles sont produites, importées sur le territoire national ou évacuées dans le milieu, sont soumises au contrôle et à la surveillance des services compétents ».* Cet article prend en compte de façon plus ou moins indirecte les DEEE, car ces derniers détiennent des substances chimiques nocives et dangereuses comme le Plastique contenant les retardateurs de flamme, le Plomb, le Mercure, le Cadmium, le Chrome, l'Arsenic, etc. Entre autres instruments visant ces composants dangereux, nous pouvons citer le Décret n° 2010-1281 du 16 septembre 2010 réglementant les conditions d'exploitation du plomb issu des batteries usagées et des autres sources et de l'utilisation du mercure et de ses composés. A son article premier, « Il est

interdit à toute personne physique ou morale, d'importer, de collecter, de transporter, de recycler, de stocker, de manipuler, de traiter ou d'éliminer le plomb issu des batteries usagées et d'autres sources, ainsi que le mercure et ses composés, sans l'autorisation du Ministre chargé de l'Environnement ».

Les conditions de délivrance de cette autorisation sont fixées par arrêté du Ministre chargé de l'Environnement. En cas d'importation ou d'exportation, les dispositions pertinentes des Conventions de Bâle et de Rotterdam, respectivement sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et sur le principe de consentement préalable en connaissance de cause, devront être respectées.

A l'instar du code de l'Environnement, des textes réglementaires sont initiés ou révisés dans le but d'intégrer de manière beaucoup plus spécifique des problématiques qui peuvent être en rapport plus ou moins direct avec la préservation de l'environnement et particulièrement la gestion des déchets.

Faisant partie intégrante des 9 domaines de compétences transférés, la gestion des déchets est du ressort des collectivités locales. Les défis de la prise en charge des DEEE interpellent alors les collectivités locales.

### **II.2.2) loi n° 96-06 du 22 mars 1996 portant code des collectivités locales et la loi n° 96-07 du 22 mars 1996 portant transfert des compétences environnementales aux collectivités locales**

Le code des collectivités locales et la loi 96-07 portant transfert des compétences attribuent aux communes la gestion des déchets produits dans leur circonscription. Dans le domaine de la gestion des déchets, cette loi confère entièrement aux collectivités locales les compétences en matière de lutte contre l'insalubrité. L'article 34 du décret n° 96-1134 du 27 décembre 1996 précise que « *la commune gère les déchets produits dans son périmètre. Elle prend toutes les dispositions indispensables pour leur collecte, leur transport et leur traitement. La commune peut aussi en collaboration avec d'autres communes, installer des centres de traitement des déchets* ». Ainsi, des partenariats sont noués entre des collectivités locales du Sénégal et celles de certains pays étrangers, dans le cadre de la coopération décentralisée. Mais, jusque-là, les collectivités locales sénégalaises peinent à gérer les déchets ménagers et industriels du fait d'un manque de moyens et de technologie efficace. Avec l'acte 3 de la décentralisation, ces écarts pourraient être corrigés.

L'article 305 de la loi n°2013-10 du 28 décembre 2013 portant code Général des collectivités locales abrogeant celle de 96-06 et 96-07 précise que la commune a, dans ses compétences, la gestion des déchets et la lutte contre l'insalubrité.

Compte tenu des exigences financières et matérielles pour la prise en charge des déchets, les collectivités locales ne sont pas assez outillées pour s'en occuper convenablement. Elles ne disposent pas de capacités d'autofinancement et de moyens suffisants aux niveaux techniques et financiers. Ces difficultés reflètent l'important problème de recouvrement de la Taxe sur les Ordures Ménagères (TOM). Seuls 1,9 milliards sont recouverts au Sénégal en raison d'une fiscalité qui n'est pas déconcentrée au niveau des collectivités locales, de l'insuffisance des recettes, de la répartition inégale de la subvention de l'Etat destinée à la gestion des déchets (PNGD, 2015).

A cet effet, l'Etat doit manifester plus de soutien envers ces collectivités locales dont les autorités précisent souvent que «l'Etat a transféré les compétences mais pas les moyens». Les faibles moyens financiers et matériels ainsi que le développement du secteur informel font que la gestion écologiquement rationnelle des DEEE est presque illusoire.

En plus de ces textes réglementaires, le Sénégal, dans sa politique environnementale, a mis en place le plan d'action national pour la gestion des déchets dangereux depuis 1999. Malgré les objectifs de ce plan visant à fournir un ensemble d'information sur la situation actuelle de la gestion des déchets dangereux et les sources émettrices, à combler les lacunes, et à proposer des actions pilotes, les défis s'imposent toujours (DEEC, 1999). Ce plan doit être actualisé compte tenu de l'évolution qualitative et quantitative des déchets dangereux et de leur gestion par le secteur informel, sources de dangers. Il devra prendre en compte la question des DEEE.

### ***Conclusion partielle***

Les DEEE renferment les caractéristiques des déchets dangereux. Les effets cumulatifs avec d'autres composés poseraient des difficultés pour évaluer leurs conséquences sur la santé des acteurs et sur l'environnement. Compte tenu de leur composition, les DEEE peuvent participer à l'augmentation des maladies liées à l'environnement et au niveau de développement tels que le cancer, le diabète, l'asthme, etc. Ces déchets posent un problème de santé publique et constituent des sources additionnelles de contamination de l'environnement.

Au plan juridique, le laxisme dans l'application des traités internationaux constitue un frein pour la prise en charge des déchets dangereux particulièrement des DEEE. L'inadaptation des lois et l'ineffectivité de leur application favorisent la gestion inadéquate des DEEE au Sénégal, car il n'existe pas, à l'échelle nationale, une loi spécifique sur les DEEE. Pour réduire la pollution et l'exposition de la population aux impacts des DEEE, une priorité doit être accordée à la connaissance et aux enjeux en vue d'une gestion écologiquement rationnelle et d'une valorisation efficiente.

# **DEUXIÈME PARTIE : ENJEUX**

## **SOCIO-ÉCONOMIQUES ET**

## **ENVIRONNEMENTAUX**

Cette partie traite des facteurs qui agissent sur la production des DEEE tels que la position du Sénégal dans les échanges commerciaux de la sous-région, les progrès dans le secteur des TIC, la lutte contre la fracture numérique, l'obsolescence rapide des équipements et la perception des déchets électroniques par les populations.

En outre, le profil des acteurs est présenté et leur implication dans le système de production et de gestion des DEEE est évaluée. Les activités menées par ces différents acteurs ont permis de connaître les circuits et les méthodes de gestion des DEEE actuelles.

L'analyse des méthodes de gestion et de l'implication des différents acteurs dans le processus a montré les enjeux socio-économiques et environnementaux des DEEE articulés autour de la création d'emplois et de richesses, l'insertion sociale, la gestion des ressources naturelles.

Cette partie présente également la contribution volontaire des acteurs sous forme d'engagements dans le processus de gestion écologiquement rationnelle des DEEE. Les trois considérations soutenant cet engagement au niveau des acteurs sont analysées. Il s'agit de l'acceptation des distributeurs de reprendre les équipements obsolètes pour participer à l'effort de collecte ; de la promotion de bonnes pratiques à travers la commercialisation et l'achat d'équipements neufs, respectivement par les distributeurs et les utilisateurs, pour agir sur la durée de vie ; et de l'organisation de la filière à travers une coordination des acteurs.

## **CHAPITRE I : FACTEURS AGISSANT SUR LA PRODUCTION DES DEEE**

Dans les pays en développement, les résultats attendus en termes d'apport à la croissance par le biais des TIC sont altérés par les effets « rebonds » résultant des DEEE. Dans ce contexte où notre pays est envahi par le matériel générateur des DEEE, il est important d'analyser les facteurs influençant la production et les méthodes de gestion des dits déchets.

Plusieurs paramètres influent sur la production des DEEE. A travers nos enquêtes, nous avons constaté que, la position géographique du Sénégal, l'essor de l'industrie des Technologies de l'Information et de la Communication, le rythme de renouvellement rapide des équipements, la politique de réduction de la fracture numérique ainsi que la perception des populations contribuent fortement à la production de DEEE.

### **I.1) Position géographique du Sénégal et les échanges commerciaux**

Le Sénégal occupe une position géographique très stratégique de par sa situation sur les routes maritimes de l'Atlantique, son réseau de communication et de télécommunication et son rayonnement culturel. Ce profil lui permet d'être une porte d'entrée de plusieurs importations des pays de la sous-région.

Les accords commerciaux dans le cadre de la CEDEAO et la coopération entre les pays membres de cette organisation donnent un succès remarquable au commerce inter-saharien. Des containers sont convoyés du port de Dakar vers le Mali, le Burkina Faso, etc. Ces échanges commerciaux mettent en jeu des produits divers dont les équipements électriques et électroniques.

### **I.2) Progrès technologiques**

Ces dernières décennies, les avancées technologiques, ainsi que la décroissance des prix des équipements ont rendu de plus en plus accessibles les produits électroniques et électriques. L'acquisition d'équipements neufs à des prix plus compétitifs que les frais de réparation des équipements en panne expose les populations à des déchets de type nouveau : les DEEE. Cette situation est par ailleurs favorisée par les innovations technologiques dans le

domaine des télécommunications. A titre d'exemple, le Sénégal s'était engagé à passer de l'analogique au numérique dès le 17 juin 2015. Cette passage au numérique va engendrer une production des DEEE du fait des multiples équipements qui seront abandonnés. Ce processus s'est accompagné d'une campagne de communication avec des supports modernes. Ainsi, dans ce domaine, la publicité numérique au niveau des axes stratégique des villes du Sénégal attire l'attention des populations. Ce progrès dans les TIC augmente les types d'équipements utilisés au Sénégal et la diversité des déchets à gérer.

Les TIC qui sont un ensemble de savoirs, de procédés et d'outils mettant en œuvre les découvertes et les applications scientifiques les plus récentes dans les domaines de l'informatique et de la communication favorisent l'apparition de nouveaux matériels. Les TIC contribuent à hauteur de 6 % du PIB au Sénégal, sur une contribution globale des Transports, postes et télécommunication de l'ordre de 10,8% (ANSD, 2006). Ceci leur confère le statut d'un des piliers les plus stratégiques pour l'atteinte des objectifs de développement économiques du Sénégal définis dans la politique de croissance accélérée. Il est constaté aujourd'hui une floraison des investissements dans les réseaux de la téléphonie mobile et la présence d'opérateurs privés tels que Tigo et Expresso à côté de l'opérateur public (Orange) présent sur tout le territoire avec son réseau mobile et fixe. Cet environnement concurrentiel est instauré par la demande sans cesse croissante des utilisateurs. Pour imposer leur leadership, les trois opérateurs mettent sur le marché du matériel de marque à des offres accessibles pour fidéliser leur clientèle. Par conséquent, des offres de plus en plus performantes sont enregistrées au niveau des opérateurs.

L'utilisation des téléphones fixes a fortement diminuée, mais reste un moyen de communication toujours en vigueur dans l'administration, les ménages et les entreprises. Entre 2005 à 2008, le nombre d'abonnés à la téléphonie mobile a suivi une progression de 0,13 % tandis qu'entre 2007 et 2008, une chute estimée à 17,37% du nombre de lignes publiques est notée (ARTP, 2008). Malgré l'utilisation possible des puces multiples au niveau de certains téléphones mobiles, le nombre d'appareils augmente sans cesse à cause des prix très accessibles (7500F CFA pour certaines unités) et du fait qu'un individu peut en disposer plusieurs unités.

Le développement récent des « cyber-services » de proximité et des centres d'activités a fortement amélioré le taux d'utilisation des ordinateurs et l'accès à l'internet. Dans les écoles, la présence de salles informatiques ainsi que l'usage individuel des ordinateurs portables a

augmenté considérablement le taux des équipements utilisés. La couverture en « wifi » qui gagne du terrain réduit considérablement la clientèle des cyber-cafés. Avec la disponibilité des clés « wifi », les utilisateurs peuvent accéder à internet, même dans les zones enclavées.

L'une des facettes des merveilles des équipements électroniques est le développement du e-commerce. Avec son téléphone mobile, l'utilisateur paye, sans difficulté, ses factures d'eau, d'électricité et de marchandises. D'autres applications sont devenues accessibles grâce à l'apparition des tablettes et d'autres équipements similaires aux fonctions multiples. Aujourd'hui, les automobiles sont équipées de luxueux salons : autoradios sophistiqués, gestion électronique du moteur, climatisation, tableau et ordinateurs de bord, etc.

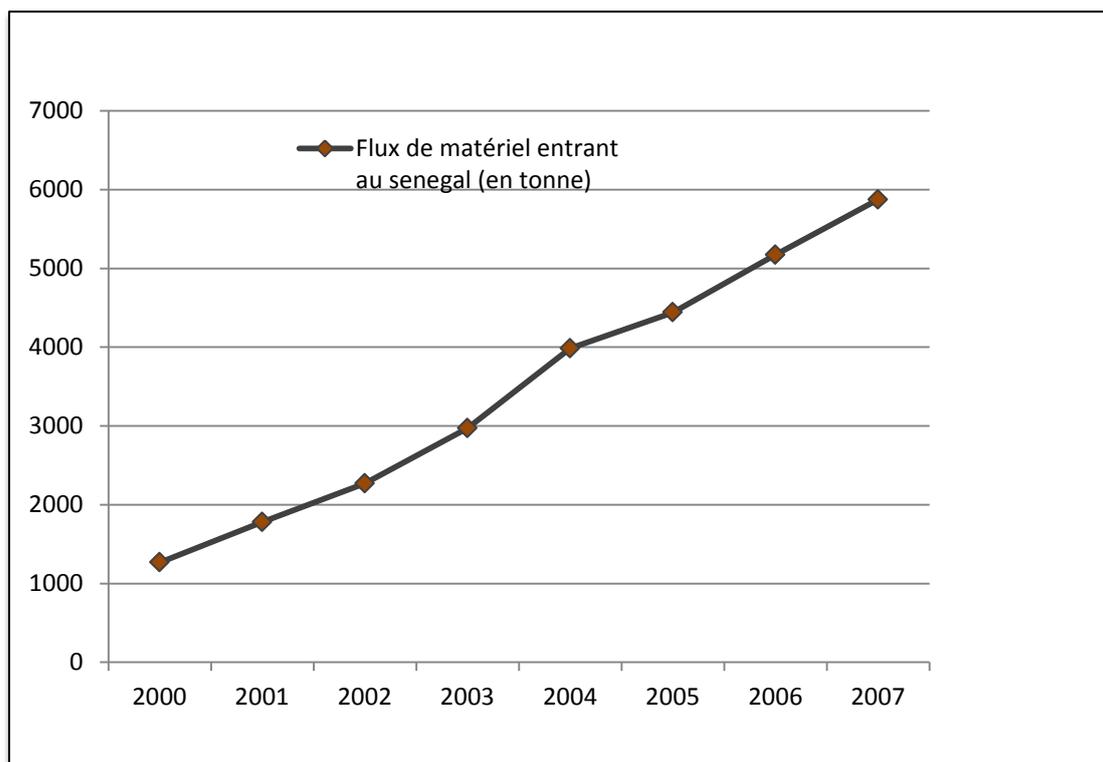
Les matériels importés directement par les émigrés, appelés souvent «venant » sont largement distribués à l'intérieur du pays. Parmi ces équipements importés figurent en grande partie des ordinateurs, radios, téléphones portables et autres accessoires utilisés dans les centres de formation, les cybers, les ménages, etc.

Tous les équipements utilisés dans les diverses activités et processus de développement contribuent à l'accroissement des DEEE ; et la tendance augure une augmentation de ces types de déchets dangereux, sous l'influence d'autres voies d'importation et de la demande en augmentation.

Le parc d'ordinateurs utilisé dans les services administratifs du Sénégal a subi une croissance durant cette dernière décennie. Celle-ci est illustrée par le **tableau 4** suivant.

**Tableau 4:** Flux interannuels de produits électroniques et électriques entrant au Sénégal de 2000 à 2007 (Ministère de l'économie et des finances, Wone et Rochât, 2009)

années matériel	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Flux de matériel entrant au Sénégal (en tonnes)</b>	<b>1266</b>	<b>1779</b>	<b>2269</b>	<b>2972</b>	<b>3985</b>	<b>4441</b>	<b>5172</b>	<b>5873</b>
Poids d'ordinateurs portables (P <10 kg) en tonnes	90	178	315	327	333	318	472	455
Nombre d'ordinateurs portables (P <10 kg)	9026	17833	31495	32710	33329	31773	47242	45506
<b>Nombre d'ordinateurs</b>	<b>15767</b>	<b>12470</b>	<b>19226</b>	<b>26917</b>	<b>38312</b>	<b>53192</b>	<b>69188</b>	<b>38946</b>
Nombre d'unités de mémoire	15429	15338	24038	24799	38182	105467	91686	80528
Poids Unités de mémoire en tonnes	4	4	5	9	15	32	87	40
Poids autres composants ordinateurs en tonnes	3	15	24	23	24	41	28	49
<b>Flux total de téléviseurs</b>	<b>41471</b>	<b>48741</b>	<b>86251</b>	<b>82470</b>	<b>120612</b>	<b>118084</b>	<b>144097</b>	<b>139607</b>
Nombre de téléviseurs en produits finis	41163	45515	76988	67267	105671	104487	133411	126608
Poids d'appareils analogiques ou hybrides en tonnes	66	130	77	109	120	90	98	70
Nombre de moniteurs de vidéo	713	7206	16053	5557	17695	19220	11683	12456
<b>Poids téléphones portables en tonnes</b>	<b>60</b>	<b>38</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>41</b>	<b>52</b>



**Figure 5:** Evolution des quantités de matériel entrant au Sénégal (en tonne)

La figure 5 montre que les produits électriques et électroniques neufs ou de seconde main ont eu une croissance entre 2000 et 2007. Celle-ci est estimée en moyenne à 25% entre les périodes de référence (2000 et 2007) (Wone et Rochât, 2009). Cette tendance générale n'est pas homogène pour tous les types de matériel, mais varie selon les types d'équipements et la demande des populations (tableau 4).

Tenant compte de la miniaturisation des équipements suite au progrès technologique, le poids peut difficilement être un indicateur pertinent pour apprécier l'augmentation des importations d'un matériel donné. De même, l'estimation du nombre d'unité peut être une tâche fastidieuse pour les quantités d'équipements divers importés du fait de la défaillance de nos systèmes de contrôle. En dépit de ces deux considérations, les résultats disponibles montrent une augmentation des importations d'équipements, donc des DEEE.

A cause de la porosité de nos frontières entrainant l'entrée frauduleuse de certains produits, les chiffres officiels des importations enregistrés par le Ministère de l'Economie et des Finances sont de loin dépassés. Le manque de données statistiques sur l'ensemble des importations pose le problème de l'estimation officielle de la quantité d'équipements utilisés

ainsi que du gisement des DEEE existant dans notre pays. Cependant, les données des services des douanes (tableau 4) restent une référence pour apprécier la quantité minimale d'équipements présents au Sénégal entre 2000 et 2007. Toutefois, la croissance du commerce inter-subsaarien d'équipements électriques et électroniques indique que le port d'entrée ne correspond pas toujours à la destination finale du produit. Des équipements débarqués et enregistrés au Port Autonome de Dakar (PAD) sont souvent acheminés dans les pays limitrophes comme le Mali, le Burkina Faso, etc. Concomitamment, des équipements entrent dans nos pays tout en échappant au contrôle douanier.

De nos jours, les équipements électriques et électroniques sont utilisés dans les secteurs d'activités. Ceci pose la problématique de l'augmentation des équipements et par conséquent des déchets. L'intégration des populations des pays en développement dans la société de l'information et de la communication est devenue un souci économique et social. Pour subvenir à ce besoin pressant, l'idée de la solidarité numérique a été développée au Sommet de l'information à Genève en 2003. Dans l'optique de mettre en œuvre le concept qui devrait permettre de lutter contre la fracture numérique, les Etats sont appelés à attribuer 1% de leurs taxes sur l'importation d'équipements électroniques et électriques au fonds de solidarité numérique créé à cet effet. Mais, l'atteinte des objectifs fixés dans le cadre de cette « solidarité internationale » est annihilée par les faibles performances en termes de gestion des déchets, particulièrement des DEEE au Sénégal, mais aussi un problème de gestion et d'administration des moyens financiers dégagés. La croissance du secteur des TIC à l'échelle mondiale, combinée à l'augmentation de la consommation, accélère la vitesse de remplacement des équipements électriques et informatiques. Le problème est d'autant plus complexe que les équipements importés sont dominés par le matériel d'occasion ou en fin de vie qui ne fait qu'augmenter les DEEE.

**Tableau 5** : résultats des projections des flux d'entrée d'équipements électroniques et électriques au Sénégal en 2015

FLUX DE MATERIEL ENTRANT AU SENEGAL	Nombre d'ordinateur portables (P <10 kg)	Nombre d'ordinateurs	Nombre d'unités de mémoire	Poids d'Unités de mémoire en kg	Poids composantes ordinateurs autres en kg	Flux (nombre) de téléviseurs total	Poids ordinateurs analogique ou hybrides en kg	Nombre de moniteurs de vidéo	Poids portables téléphones en kg
32'827'299	285'431	108'773	524'709	531'457	1'248'512	524'763	73'974	319'234	224'278

Source : Service des Douanes, 2008, in SENECLIC, 2009

### **I.3) Lutte contre la fracture numérique**

La fracture numérique désigne les disparités en matière d'accès aux TIC entre les pays développés et ceux en développement, mais aussi entre les populations au sein même des pays en développement. Elle attire cependant avant tout l'attention sur le sous-équipement des pays en développement et incite au don de matériel pour ces pays, sans pour autant poser la question des déchets et le devenir des ordinateurs convoyés.

Pour lutter contre la fracture numérique, le Sénégal a créé la Cellule SENECLIC par l'arrêté N° 004360 du 11 juillet 2006. Cette cellule résulte d'un partenariat tripartite entre l'Etat du Sénégal, AXA Assurance France et la Ville de Besançon. Cependant, la Cellule a mué pour devenir la Cellule de Solidarité Numérique (CSN) créée au sein de l'Agence de l'Informatique de l'Etat (ADIE) depuis le 22 août 2012. L'objectif général de la cellule est la réduction de la fracture numérique à travers l'installation de salles multimédias dans les écoles élémentaires. Selon la Direction de la cellule, l'acquisition de 30 000 ordinateurs de seconde main des partenaires durant la période 2010-2012, en raison de 10 000 unités par an, permet de mettre en œuvre le programme. Conscients que la lutte contre la fracture numérique ne peut donner les résultats attendus si elle n'est pas accompagnée d'une bonne politique de gestion de l'environnement, les responsables de la CSN ont envisagé la mise en place d'une unité de recyclage des DEEE.

Parallèlement aux actions formelles de la CSN, des projets de dotation en ordinateur se multiplient dans les établissements d'enseignement supérieur, dans les collectivités locales, etc. Entre autres, nous pouvons citer le projet « un étudiant, un ordinateur », sous l'expression *wolof* « sama-PC », initié dans le cadre du contrat de performance signé entre les universités et le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche du Sénégal, l'initiative « campus-ordi » ainsi que toutes les offres d'équipements électroniques aux étudiants à l'initiative des privés. La présence de cybercafés et la large couverture des campus par un réseau Wifi accroissent la quantité d'équipements électroniques et informatiques dans les établissements d'enseignement supérieur.

Cette demande de plus en plus grande se fait sentir au niveau des collectivités locales soucieuses de l'informatisation de leur administration. Ainsi, dans le cadre de la gouvernance locale en cohérence avec l'acte 3 de la décentralisation, l'USAID collabore avec les

associations des élus locaux et dote aux collectivités locales des équipements électroniques et informatiques, au titre de son projet axé sur la gouvernance et la paix.

Les équipements utilisés dans le cadre des projets du Plan Sénégal Emergent (PSE) renforceront le taux déjà élevé des importations de matériels électriques et électroniques. En effet, le Sénégal s'est inscrit dans une dynamique de favoriser le désenclavement numérique du Territoire, à travers la Stratégie « Sénégal Numérique » qui permettra l'équipement numérique et informatique des centres de recherche, des universités, des écoles et établissements d'enseignement et de formation professionnelle, ainsi que la réalisation d'espaces numériques ouverts.

Un des résultats de l'arrivée massive de matériels électriques et électroniques est la production importante des DEEE. La complexité des DEEE et les faibles performances des dispositifs de gestion des déchets favorisent la présence de ces déchets dangereux dans nos ménages, l'administration et les dépôts d'ordures. Les acteurs du secteur informel en font leur gagne-pain en développant leurs activités autour de la réparation, du recyclage clandestin et de la récupération. Du fait des équipements en fin de vie mis en jeu dans le cadre de la lutte contre la fracture numérique dont les garanties de maintenance et de traitement ne sont pas assurées, les pays en développement se transforment en poubelles numériques des pays développés. Cette situation est favorisée par le laxisme quant à l'application des lois et l'inexistence de textes spécifiques aux DEEE.

#### **I.4) Obsolescence rapide des équipements**

La durée de vie moyenne des équipements électroniques et informatiques dépasse rarement 5 ans. Celle-ci peut être plus courte au Sénégal compte tenu des conditions climatiques pouvant influencer sur la durée de vie des composants, et des modes d'utilisation des équipements.

Le cycle de vie des produits de plus en plus court explique en partie l'augmentation des importations pour le renouvellement rapide du matériel électronique et électrique. Même si certains équipements sont abandonnés à cause de leur état d'obsolescence, d'autres le sont à cause de leur baisse de performance. Le rythme dont les produits sont déphasés et l'absence de politique adéquate de la gestion des déchets sous-tendent « l'obsolescence programmée » que certains auteurs comme **Ivan Illich** dénonçaient vers les années 1970 (*Ventère, 1995*). Au

sens strict, l'obsolescence programmée consiste à concevoir une succession de modèles de produits, dont chacun va apparaître rapidement comme déphasé ou obsolète. Dans cette logique, chaque modèle est destiné à être remplacé par un autre plus performant dont la mise sur le marché est programmée à l'avance. La courte durée de vie des équipements favorise ainsi la production de plus en plus importante de DEEE. L'obsolescence rapide des équipements influe sur la perception qu'ont les acteurs sur les DEEE. Celle-ci détermine les modes de production et de gestion des équipements obsolètes. En effet, des équipements en panne sont abandonnés et/ou jetés au profit d'équipements dits « neufs ». Ces produits « kleenex » sont souvent accessibles à des prix défiant les coûts de la réparation des matériels en panne.

## **CHAPITRE II : RESULTATS SUR LES ACTEURS IMPLIQUES DANS LA PRODUCTION DE DEEE**

L'analyse du profil des acteurs de la gestion des DEEE s'est intéressée à l'âge, au sexe, au niveau d'éducation, à la connaissance du danger associé aux composants des DEEE, aux modes de gestion actuelle des DEEE et à l'engagement des acteurs pour une meilleure prise en charge desdits déchets.

### **II.1) Producteurs d'équipements électriques et électroniques**

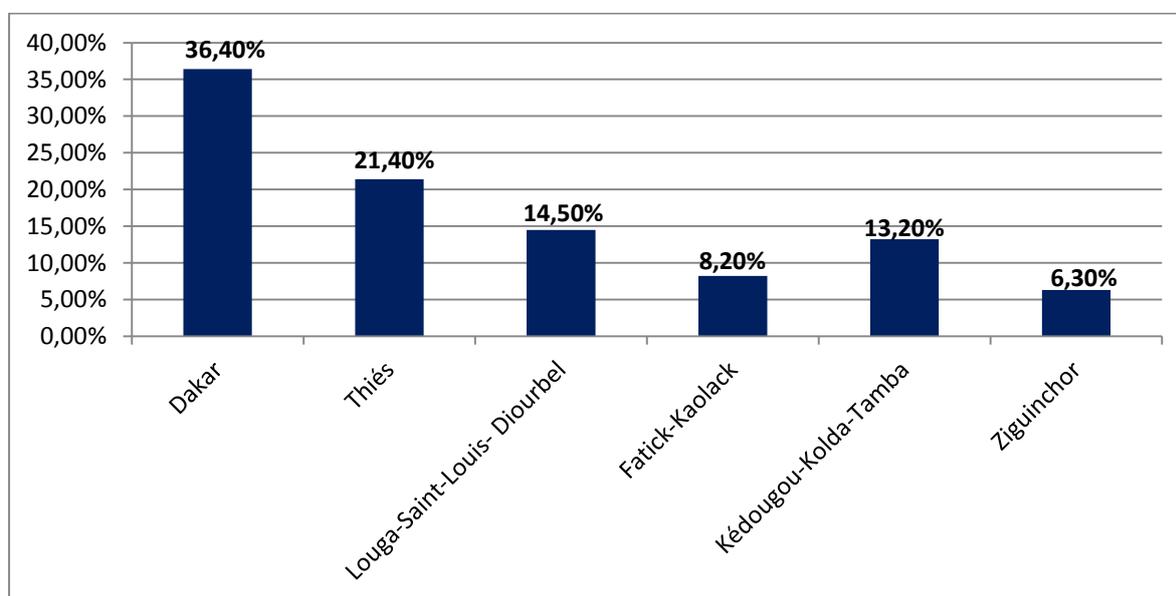
Les producteurs assurent la conception des équipements électriques et électroniques. Dans les pays en développement tels que le Sénégal, le paysage industriel ne dispose pas d'infrastructures de fabrication d'équipements électriques et électroniques. En effet, l'importation couvre l'essentiel du matériel utilisé sur l'étendue du territoire. On peut imputer la responsabilité des producteurs (concepteurs d'équipements électrique et électroniques) aux distributeurs compte tenu de leur rôle dans l'approvisionnement des populations en matériels électroniques.

### **II.2) Profil des importateurs et des distributeurs**

Aujourd'hui, les grandes entreprises telles que HP, Nokia, Samsung et LG, spécialisées dans le montage et la distribution des produits portant leurs marques, sont représentées au Sénégal. Lors de la phase de montage ou de distribution, des composants des DEEE peuvent être jetés. Certains distributeurs montrent leur prise de conscience de la situation par la mise en œuvre d'opérations de réparation et de reprise gratuite d'équipements obsolètes destinés à des œuvres sociales. Le Groupe SAMSUNG - CCBM électroniques en est un exemple qui s'est illustré au Sénégal dans l'application de la Responsabilité Sociétal et Environnementale. Celle-ci consiste à organiser des réparations gratuites des équipements de marque SAMSUNG et une reprise des équipements en fin de vie. Dans une logique de concurrence, les entreprises s'engagent à appliquer le service après-vente pour mieux fidéliser leurs clients.

Dans le cadre de ce travail, on considère les distributeurs comme étant principalement les acteurs qui commercialisent les équipements électriques et électroniques. Du fait que le secteur est dominé par l'informel, la plupart des acteurs rencontrés ne sont pas agréés.

Notre enquête a porté sur **159 distributeurs** présents sur onze régions du Sénégal. Selon nos résultats, il est impossible de définir une limite objective entre les distributeurs et les importateurs. Le secteur étant dominé par l'informel, beaucoup d'acteurs s'adonnent à l'importation/vente, ce qui leur confère le statut de distributeur. Comme le précise la figure 6, les résultats de cette enquête montrent que 36,4% des distributeurs sont enquêtés dans la ville de Dakar, 21,4% sont dans la ville de Thiès et 6,3% sont à Ziguinchor. Ces résultats traduisent la réalité socio-économique et géographique du Sénégal.



**Figure 6 :** Répartition des Distributeurs par régions regroupées

Dakar qui est la capitale économique et administrative du Sénégal, avec la présence à la fois d'un port et d'un aéroport, offre toutes les opportunités pour les distributeurs d'équipements électriques et électroniques. Pour ce qui est de la région de Thiès, plus proche de Dakar, elle renferme le département de Mbour, capitale touristique du Sénégal. Ce qui explique la deuxième place de cette région dans la distribution des EEE suivie de la région de Saint-Louis. La dernière place occupée par le Sud et l'Est du Sénégal en partant de la région de Fatick jusqu'à Ziguinchor et Tambacounda montre que l'essentiel des EEE distribué au

Sénégal ne provient pas des pays frontaliers (Gambie, Guinée Bissau, la République de Guinée, le Mali ou la Mauritanie).

La répartition selon le sexe montre une prédominance des hommes qui représentent 91,8% des distributeurs contre 8,2% de femmes. L'examen de l'âge montre que 80,5% des distributeurs ont au plus 40 ans et 19,5% sont au-dessus de 40 ans. La distribution des équipements électriques et électroniques est principalement l'œuvre de jeunes en proie au chômage.

Les informations sur le niveau d'instruction recueillies au niveau de ces acteurs révèlent un faible taux d'analphabétisme chez les distributeurs. En effet, les acteurs qui n'ont aucun niveau d'instruction représentent 5% de l'effectif total, contre 16,4%, 32,7% et 33,3% représentant respectivement ceux qui ont le niveau du primaire, du secondaire et ceux alphabétisés en arabe. Enfin, les distributeurs qui ont le niveau du supérieur représentent 12% de la population de l'échantillon.

Les données relatives au profil de la clientèle des distributeurs d'équipements électriques et électroniques montrent qu'un peu plus de la moitié (55%) de ces acteurs affirment que leur clientèle est composée de fonctionnaires; contre 43%, 43%, 42% et 42% qui affirment que la clientèle est constituée respectivement d'étudiants, de sociétés privées, des services de l'administration et des entreprises publiques. A la question relative à la motivation de la clientèle, un peu plus de la moitié des distributeurs évoque les prix abordables (52%), contre 43% qui l'attribuent à l'état neuf des produits qu'ils distribuent. Il en ressort alors que la qualité du produit est reléguée au second plan au profit de son accessibilité et de son état neuf. La fragilité des produits fait que beaucoup de distributeurs ne s'engagent plus à assurer « la garantie » de leurs produits.

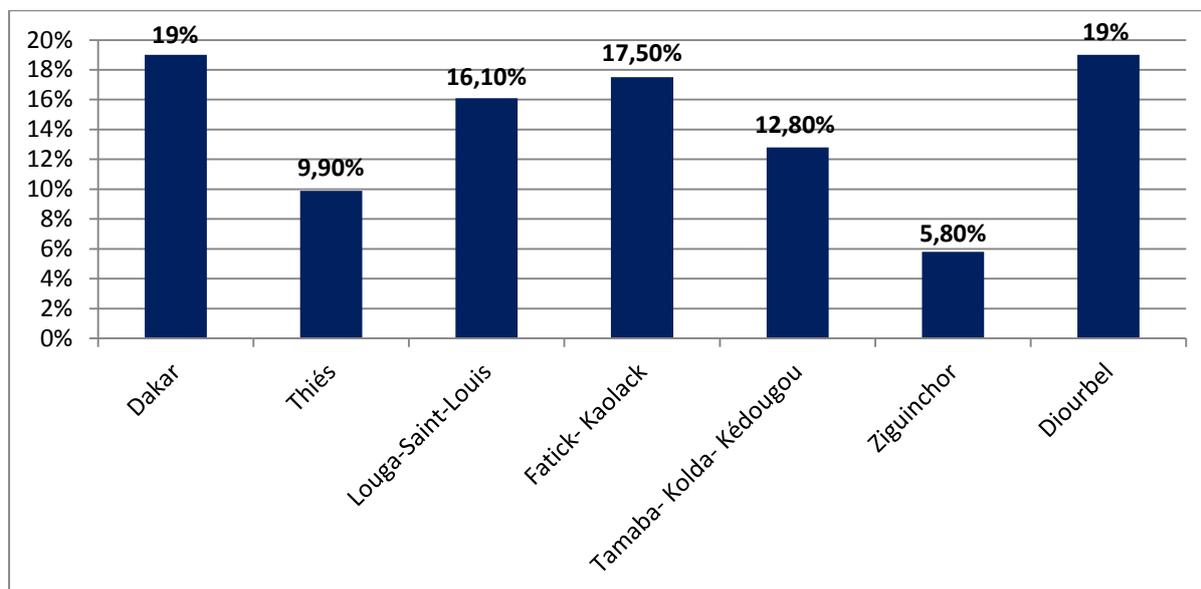
Un taux de 66,4% des distributeurs ignorent tout impact nuisible à l'environnement et à la santé qu'on pourrait attribuer aux équipements électriques et électroniques obsolètes. Cet état de fait ne renforce pas le lien qui devrait exister entre les distributeurs et les utilisateurs quant à la gestion des DEEE.

## II.3) Profils des utilisateurs

Cette catégorie d'acteurs réunit ceux qui utilisent les équipements électriques et électroniques à des fins professionnelles ou domestiques.

### ❖ Les utilisateurs professionnels

Au Sénégal, l'enquête a porté sur **274 utilisateurs professionnels** répartis sur onze régions comme le montre la figure 7.



**Figure 7:** Répartition des utilisateurs professionnels par régions groupées

Les utilisateurs professionnels ciblés dans cette enquête sont les services de l'administration, les sociétés privées (opérateurs de téléphonie, banques, entreprises, etc.), les écoles, les cybercafés, des particuliers et d'autres catégories non spécifiées représentant respectivement 28,1%, 18,7%, 12,8%, 31,5%, 60%, et 30% de l'échantillon. La prédominance des particuliers (60%) montre la forte utilisation individuelle des équipements électriques et électroniques. Les universités sont caractérisées par la présence de la quasi-totalité d'utilisateurs professionnels. A travers les activités de recherche qui s'y déroulent, des DEEE y sont générés en quantité importante.

La répartition des utilisateurs professionnels selon le sexe nous renseigne sur la prédominance des hommes qui représentent 88% contre 12% de femmes. Ce résultat révèle

que les secteurs concernés par cette enquête sont majoritairement gérés par des hommes. En plus, 63% des acteurs enquêtés ont au plus 40 ans. Ce constat n'est qu'une illustration de la place centrale des jeunes dans tous les secteurs d'activités et leur présence dans la vie active. Les utilisateurs professionnels exercent les fonctions de commerçant (9%), d'enseignant (9%), d'informaticien (12%), d'ingénieur (4%), de gestionnaire (8%), de comptable (5%), de cadre (17%) et autres emplois (38%).

Relativement au niveau d'instruction, les résultats montrent que plus de la moitié des utilisateurs ont le niveau du supérieur (53,2%), du secondaire (33,2%), du primaire (11,3%) et 2,3% sont alphabétisés en arabe. L'utilisation de certains équipements requiert un niveau d'éducation pour comprendre les fonctions avancées, d'où la prédominance des utilisateurs ayant fait des études supérieures. L'utilisation professionnelle génère des DEEE dont les faibles performances dans leur prise en charge occasionnent leur dissémination dans divers endroits.

Les effets négatifs des DEEE sur l'environnement et la santé ne sont pas bien perçus par les utilisateurs professionnels (67,3%). Ceci détermine dans certaines conditions le processus utilisé pour se débarrasser des équipements obsolètes. Des équipements en fin de vie, appelés reformés dans les entreprises, sont vendus ou donnés gratuitement à des employés qui en font un usage au niveau des ménages.

### ❖ Les ménages

Au Sénégal, l'enquête a concerné un échantillon de **1 504 ménages** choisis de façon raisonnée parmi les 1 296 200 que compte le Sénégal, soit 0,116% (ANSD, 2006).

L'enquête visait en particulier les chefs de concessions ou, à défaut, les chefs de ménage et dans certains cas, n'importe quel responsable pourvu qu'il soit un décideur dans la concession ou le ménage. Les résultats montrent que 72% des chefs de ménages sont mariés, les célibataires représentent 14,90%, les veufs 4,10% et les divorcés 2,60%. Les cibles étaient principalement les pourvoyeurs de revenus ou les exécutants de dépenses dans les concessions ou ménages.

Relativement à la taille des ménages, il ressort en moyenne des résultats que les ménages qui comptent moins de 5 personnes représentent 23,50% de l'échantillon, ceux dont le nombre de personnes qui y vivent est compris entre 5 à 10 personnes représentent 44,6% et

les ménages ayant un effectif qui dépasse 10 personnes représentent 31,9% de l'échantillon (tableau 6).

**Tableau 6:** Répartition des ménages selon la taille

Régions	Taille des ménages				TOTAL
	Moins de 5 personnes	5 à 10 personnes	11 à 15 personnes	16 à 20 personnes	
Dakar	21,7	42,6	25,9	9,8	100,0
Thiès	23,9	45,5	22,7	8,0	100,0
Louga	13,5	45,9	39,2	1,4	100,0
Saint Louis	24,7	38,8	32,4	4,1	100,0
Diourbel	22,1	44,8	25,6	7,6	100,0
Fatick	25,5	54,9	13,7	5,9	100,0
Kaolack	27,9	55,2	16,3	0,6	100,0
Kolda	26,8	31,7	22,0	19,5	100,0
Tambacounda	28,6	28,6	16,3	26,5	100,0
Ziguinchor	28,3	50,5	16,2	5,1	100,0
<b>MOYENNE</b>	<b>23,5</b>	<b>44,6</b>	<b>24,3</b>	<b>7,6</b>	<b>100,0</b>

La majorité des enquêtés au niveau des ménages est constitué par les hommes (72,5%), contre 27,50% de femmes.

Les résultats de l'enquête montrent que 72% des chefs de ménages sont mariés, ceux-ci sont suivis par les célibataires (14,90%), puis viennent les veufs (4,10%) et les divorcés (2,60%).

En ce qui concerne le niveau d'éducation, selon les données, 28,60%, 33,20%, 16,90% des chefs de ménages ont respectivement le niveau d'éducation du supérieur, du secondaire et du primaire ; et 14% sont alphabétisés en arabe. Ceux qui n'ont aucun niveau d'éducation représentent 6,10% de l'échantillon.

Les chefs de ménages sont soit des fonctionnaires (22,20%), des employés dans le privé (15,90 %) ou des employeurs (3,20%). Ceux qui font d'autres emplois représentent 37,90%. Les sans-emplois et les retraités représentent respectivement 9,40% et 11,40% de l'échantillon. Par ailleurs, 529 ménages exercent une activité secondaire dont le commerce pour 40%, le bricolage pour 19% et des activités non spécifiées pour 28%.

Plus de la moitié des ménages (59,4%) ne connaisse pas les conséquences négatives des DEEE sur l'environnement. Nous en voulons juste pour preuve les résultats de l'enquête

effectuée au niveau des ménages à Dakar où 62,9% des enquêtés ignorent les dangers des DEEE sur l'environnement.

Après les utilisateurs, nous allons voir les acteurs du recyclage informel, de la récupération et de la réparation qui concentrent les acteurs de l'économie sociale solidaire.

## **II.4) Profil des acteurs de l'économie sociale solidaire**

Ce groupe d'acteurs réunit des réparateurs, les recycleurs et les récupérateurs. Le nombre enquêtés n'étant pas très important, leur répartition par région ne renseigne pas beaucoup sur l'information souhaitée les concernant. Au niveau de ces acteurs, en plus du profil, les conditions socio-économiques et l'analyse des conditions de travail sont étudiées. Chaque groupe d'acteurs a une certaine représentation du danger des DEEE spécifiquement à son activité.

### **❖ Les réparateurs**

Sur les **44 réparateurs** enquêtés au Sénégal, 97,7% sont de sexe masculin contre 2,3% de sexe féminin (tableau 7).

**Tableau 7 : profil des Réparateurs**

<b>Caractéristiques</b>		<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage</b>	<b>% cumulé</b>
<b>Sexe</b>	Masculin	43	97,7	97,7
	Féminin	1	2,3	100,0
	<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100,0</b>	
<b>Age</b>	Moins de 18ans	3	6,8	6,8
	19 - 36 ans	26	59,1	65,9
	37 - 59 ans	14	31,8	97,7
	60 et +	1	2,3	100,0
	<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100,0</b>	
<b>Nationalité</b>	Sénégalaise	42	95,5	95,5
	Autres	2	4,5	100,0
<b>Situation matrimoniale</b>	célibataire	28	63,6	63,6
	Marié	16	36,4	100,0
	<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100,0</b>	
<b>Niveau éducation</b>	Aucun	1	2,3	2,3
	Coranique	6	13,6	15,9
	Primaire	6	13,6	29,5
	Moyen secondaire	24	54,5	84,1
	Supérieur	7	15,9	100,0
	<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100,0</b>	

Pour les réparateurs, 65,9% sont âgés au plus de 36 ans ; 31,8% ont un âge compris entre 36 et 59 ans. Ceux qui ont plus de 60 ans représentent 2,3% de l'effectif de l'échantillon. La prédominance des jeunes dans l'activité de la réparation est en corrélation avec le taux de chômage assez élevé au Sénégal. La raison qui justifie plus le choix du métier de réparateur est la passion. En effet, pour 77% des réparateurs, la passion est la principale motivation. Outre la passion, le manque de moyens et le chômage respectivement pour 10% et 15% sont évoqués.

Les résultats montrent aussi que parmi les réparateurs, 36,4% sont mariés, 63,6% sont célibataires et 2,3% sont veufs.

En ce qui concerne le niveau d'éducation, 15,9%, 54,5% et 13,6% ont respectivement le niveau du supérieur, du secondaire et du primaire ; 13,6% sont alphabétisés en arabe et 2,3% n'ont aucun niveau d'instruction.

En outre, les résultats de l'enquête montrent que 56% des réparateurs soit plus de la majorité ont suivi une formation. De plus les réparateurs disposent d'une longue expérience dans l'activité. En effet, 47,6% des réparateurs ont au plus sept années de présence dans le secteur, un peu moins du quart (23,8%), totalise une présence dans le secteur comprise entre huit années et dix années et 28,6% sont dans le secteur pendant plus d'une dizaine d'années. Compte tenu des exigences des tâches relatives au travail de réparation, 60% des acteurs travaillent en équipe.

En ce qui concerne la propriété du lieu de travail, les données montrent que 87,5% des réparateurs sont en location, 7,5% sont propriétaires de leurs ateliers et 5% bénéficient d'un prêt des locaux occupés. Au niveau de l'expertise, les réparateurs sont respectivement spécialisés dans la réparation de téléviseurs (33%), de radios (25%), d'ordinateurs (22%) et de téléphones portables (20%). Leurs principaux outils de travail sont généralement les petits matériels tels que les tournevis (100%), les pinces (100%), les tenailles (85%) et le gaz (butane, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>,...) (42,9%).

En ce qui concerne les revendications au niveau de la profession, les acteurs ont principalement des souhaits liés au renforcement de capacités à travers l'organisation de la filière (76,7%), la formation (83,7%), des fiches techniques concernant l'identification des produits (88,4%), la création d'ateliers spécialisés de réparation (83,7%) et plus de collaboration interprofessionnel et avec l'Etat (76,9%). Ils préconisent également la filtration au niveau de nos frontières en vue de la réduction des DEEE (30,2%).

Certains reconnaissent parfois les éléments récupérables, valorisables et leur valeur marchande. Même s'ils ignorent complètement les risques associés aux composants dangereux des DEEE les réparateurs évoquent comme risque les blessures et l'électrocution.

Le constat fait à la suite des visites environnementales d'ateliers de réparateurs montre que le reconditionnement est largement pratiqué. Un simple regard permet de voir que des équipements en panne envahissent les ateliers des réparateurs et que toutes sortes de matériels jonchent leurs petits magasins qui débordent souvent dans la rue.

Pour transcender les limites de leurs services et se départir de leurs stocks de produits non réparables, ils font souvent appel aux recycleurs et aux récupérateurs moyennant un service ou de l'argent.

### ❖ Les Recycleurs

Le recyclage est le retraitement, dans un processus de production, des matières contenues dans les déchets, aux mêmes fins qu'à l'origine ou à d'autres fins, à l'exclusion de la récupération d'énergie (*Directive 2002/96/CE, 2003*).

L'enquête a concerné **43 recycleurs** de sexe masculin. Plus de la moitié des recycleurs (57,1%) sont âgés au plus de 36 ans; 38,1% des recycleurs ont un âge compris entre 36 et 59 ans. Ceux qui ont plus de 60 ans représentent 4,8% des effectifs de l'échantillon.

Les résultats de l'enquête montrent que 46,5% des chefs de ménages sont mariés, ceux-ci sont suivis par les célibataires (51,2%), puis viennent les veufs (2,3%). Selon les données 9,3%, 32,6%, 39,5% ont respectivement le niveau d'éducation du supérieur, du secondaire et du primaire et 18,6% sont alphabétisés en arabe.

Selon le niveau d'éducation, le recyclage se fait de diverses manières, mais nous avons juste retenu les trois types les plus répandus. Il s'agit de la réparation, de la reconstitution et du décodage de matériel de n<sup>ième</sup> main. Ainsi, dans notre échantillon de recycleurs enquêtés, 90,7% affirment s'adonner à la réparation des DEEE. Le niveau de la panne détermine l'opération à entreprendre. Dans certains cas, le recycleur peut se convertir en réparateur. Au-delà de cette phase de réparation, il y a 11,6 % des recycleurs qui font du décodage pour remettre les DEEE dans le circuit de l'utilisation. En fin, 7% des recycleurs interviewés pratiquent la reconstitution (« clonage ») des DEEE pour leur redonner une nouvelle vie. Les

techniques utilisées par les recycleurs quel que soit le type de recyclage est la fusion (87%) pour l'opération de décodage et la mécanique électrique (60%) pour la reconstitution.

**Tableau 8 :** Type de recyclage effectué suivant le niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Pourcentage des acteurs selon le Type recyclage et le Niveau d'instruction		
	Réparation	Reconstitution	Décodage
Coranique	87,5	12,5	25
Primaire	94,1	5,9	11,8
Moyen secondaire	85,7	7,1	7,1
Supérieur	100	0	0
TOTAL	90,7	7,0	11,6

NB: Tableau à réponses multiples: la somme des % en ligne peut dépasser 100%

La répartition du type de recyclage en fonction du niveau d'éducation renseigne que la réparation est plus récurrente pour tous niveaux d'éducation confondus.

La raison dominante qui justifie le choix du métier de recycleur est la passion. En effet, pour 75% des recycleurs cette motivation est la principale explication. Outre la passion, figurent le manque de moyens et le chômage respectivement pour 15% et 10% de l'échantillon. Les résultats de l'enquête montrent que la majorité des recycleurs (68,6%) n'avait pas de métier auparavant et que pour exercer le métier ils ont dû bénéficier pour la plupart d'une formation (60,50%). Il est important de souligner à ce niveau qu'il n'y a pas de formation pointue aux techniques de recyclage pour les acteurs. Ils ont des connaissances superficielles et expliquent leurs compétences à travers l'expérience dans le domaine. En effet, 44,2% des recycleurs ont plus de huit années de présence dans le secteur, un peu plus du quart (25,6%) totalise une présence dans le secteur comprise entre 4 années et 7 années, tandis que 30,2% des recycleurs déclarent être dans le secteur durant au plus 3 années. Un peu plus de la moitié des recycleurs, soit 55,80%, travaillent seuls contre 44,20% qui travaillent en équipe.

Compte tenu de l'aptitude au recyclage, les acteurs préfèrent la marque Sharp (71%), suivie de Nokia (61%), des marques françaises (50%), chinoises et anglaises (43%) et japonaises (36%). Les recycleurs qui font de la reconstitution préfèrent les marques les plus répandues au Sénégal (marque française, japonaise et chinoise) du fait de la disponibilité des pièces de rechange et de la matière première. Le don, le Stockage et la commercialisation du matériel recyclé constituent les opérations entreprises par les recycleurs.

Pour procéder au recyclage, les outils fréquemment utilisés par les recycleurs sont le tournevis (93%), la pince (95%) et les tenailles (63%). Ce petit matériel ne permet pas de faire avec soin un recyclage. Des parties sont alors laissées en rade et les conditions de recyclage exposent les acteurs à des risques majeurs.

Les recycleurs analysent les dangers liés aux DEEE en termes de blessures (31%), de maladies (13%), de dégradation de l'environnement (15%), de nuisance et de pollution (13%) et enfin de dépréciation du marché (28%).

Les recycleurs peuvent évoluer seuls ou en groupe dans un processus plus organisé. Sauf à la décharge de Mbeubeuss où les recycleurs et récupérateurs sont organisés en GIE, les recycleurs au Sénégal ne bénéficient d'aucun partenariat avec une organisation non gouvernementale.

Même ceux qui ont un niveau d'éducation supérieur affirment l'absence de toute forme de collaboration avec l'Etat et/ou des ONG. Ceci montre combien les recycleurs sont laissés pour leur propre compte. Cette situation n'offre aucune possibilité pour la maîtrise de l'activité de recyclage. En effet, un partenariat permettrait d'aider à organiser la filière de gestion des DEEE dont les recycleurs constituent un maillon important. Toutefois, les recycleurs sont faiblement sensibilisés. Seulement 13% des enquêtés connaissent les dangers des composants des DEEE et soulignent le risque de blessure très élevé.

La phase de recyclage est précédée par une étape non moins importante qu'est le démantèlement. Pour le cas des DEEE, le démantèlement consiste à retirer les composants contenant des substances dangereuses tels que les écrans cathodiques, les piles, les lampes à décharge et à obtenir des sous-ensembles ou des pièces aptes à subir une valorisation matière de façon optimale (*Diouf, 2006*). L'aptitude à séparer le maximum de composants, malgré leur complexité, dépend de l'expertise technique à faire le tri et des moyens financiers et logistiques disponibles. Cette collecte sélective des composants des DEEE est souvent

l'œuvre des récupérateurs qui évoluent principalement à Dakar au niveau de la décharge de Mbeubeuss et des sites de Reubeuss et de Colobane.

### ❖ **Les récupérateurs**

Les récupérateurs collectent des articles divers en plus des DEEE. De ce fait, nous n'avons pas déroulé un entretien formel avec ces acteurs. Un guide d'entretien a été soumis à ceux trouvés sur les sites de récupération. Trois sites (Mbeubeuss, Reubeuss et Colobane) abritent principalement les activités de récupération et de vente des produits. Cependant, l'activité a plus d'ampleur à Mbeubeuss, une décharge située à Malika dans la banlieue dakaraise, où les récupérateurs sont organisés en association. Sur ce site, la récupération se fait selon les articles disponibles au moment de leur prestation. Ils ramassent tout, pourvu qu'ils puissent en tirer profit. Les quelques récupérateurs qui s'activent dans le domaine des DEEE rencontrent des difficultés dans l'écoulement des produits ramassés. Par conséquent, certains acteurs stockent les DEEE dans l'espoir de trouver un client au moment où d'autres sillonnent des marchés pour satisfaire la demande.

La présence d'enfants et de mendiants (« talibé ») dans le groupe des récupérateurs montre l'ampleur du problème et les impacts sanitaires et sociaux que pose la récupération. Compte tenu de la fréquence de la collecte des DEEE dans les décharges, certains composants sont réintroduits dans le circuit de l'utilisation grâce aux activités des acteurs de l'économie sociale, solidaire. Les matières recherchées par ces acteurs sont surtout le fer, le plastique, le cuivre et l'aluminium. Le fer est revendu à des représentants de sociétés qui travaillent à Dakar ou dans la sous-région. Avec la montée en puissance des activités des ferrailleurs, des jeunes sillonnent même les quartiers, notamment dans la banlieue, à la recherche d'équipements contenant du fer comme les équipements électriques et électroniques. Ces matériels sont démantelés puis vendus à des sociétés privées.

Dans un autre cadre, les DEEE sont démantelés par les récupérateurs qui retirent ainsi les parties qui ont une valeur marchande. Pour beaucoup de récupérateurs, le secteur informel de la récupération est rentable et le développement du secteur des EEE ne peut être qu'une bonne chose dans la mesure où l'augmentation des DEEE, en tant que matière première, permet une amélioration de leurs revenus. De plus, la récupération est un secteur très dynamique où on trouve pratiquement toutes les tranches d'âge, les femmes et les enfants sont

très présents, car souvent c'est une affaire de famille. Au vue de leur lien avec les autres acteurs, les récupérateurs sont un maillon important pour l'organisation de la filière.

Par manque d'informations sur les dangers des produits obsolètes jetés, les utilisateurs les abandonnent sans souci dans la nature. Ces rejets d'équipements en panne se justifient aussi par le désir de posséder des équipements de dernière génération pour rester en phase avec l'évolution des technologies. En outre, les pratiques artisanales dans le secteur de l'économie solidaire favorisent la production des DEEE.

Ignorant la composition en éléments chimiques toxiques des équipements, les acteurs évoquent des risques de blessure et une éventuelle exposition aux fumés et poussières émis dans les lieux de travail. Cette perception superficielle des conséquences des DEEE est une brèche pour le rejet abusif d'équipements en panne ou obsolètes dans la nature. Les faibles connaissances des risques et des dangers sur l'environnement liés aux DEEE et les faibles performances techniques prouvent une fois de plus que les populations utilisent les EEE sans beaucoup d'informations sur leurs conséquences en fin de vie. Par conséquent, très peu d'informations sur les impacts de ces produits sur l'environnement et la santé sont disponibles au niveau des acteurs divers qui continuent de développer des activités de recyclage informel des DEEE.

## **CHAPITRE III: TYPOLOGIE, CIRCUITS ET GESTION DES DEEE**

### **III.1) Typologie des DEEE**

Pour faire la typologie des DEEE, nous avons étudié les deux paramètres ci-dessous:

- **les importations relevées au niveau des services des douanes**

Les données du service d'information douanière renseignent sur les quantités et types d'équipements importés officiellement au Sénégal. La série 85 des équipements importés montre la complexité du matériel électronique et informatique (Tableau 9). Une forte demande caractérise les flux et la diversité des équipements. Tenant compte des importations frauduleuses et des quantités acheminées vers les pays de la sous-région, il est difficile d'estimer avec précision les gisements de DEEE au Sénégal. Toutefois, les équipements distribués aux utilisateurs locaux caractérisent les déchets produits à la fin de leur cycle de vie.

**Tableau 9 : Valeur (en FCFA) et poids (Kg) des équipements de la série 85 importés au Sénégal (service d'information douanières, Ministère de l'Economie et des Finances/Sénégal)**

PRODUITS	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	VALEUR	POIDS																		
8501 - Moteurs et machines génératrices, électriques, excédant 37,5 W	1 049 400 056	191 752	932 654 650	256 153	1 524 950 975	299 462	5 669 434 957	1 120 041	1 970 082 758	293 045	2 981 589 264	344 056	7 109 641 553	852 601	19 107 130 014	1 469 593	4 651 854 415	680 663	1 336 692 194	258 068
8502 - Groupes électrogènes et convertisseurs	11 105 163 773	2 335 479	23 878 160 694	4 339 966	11 940 072 635	3 192 086	12 980 372 544	3 008 140	11 991 948 782	2 729 628	13 358 368 872	3 141 578	39 401 042 533	7 173 720	20 572 772 450	3 745 100	20 232 361 351	3 280 616	14 598 744 410	2 577 779
8503 - Parties reconnaissables comme étant exclusivement ou principalement destinées aux machines des n° 8501 et 8502	698 500 622	88 660	7 632 967 830	857 378	477 030 877	58 802	2 274 845 245	252 834	1 335 857 185	103 215	1 440 590 655	159 693	2 095 972 918	177 087	1 399 599 796	114 285	4 868 035 958	494 896	1 738 067 606	111 597
8504 - Transformateurs électriques, convertisseurs	6 339 981 326	1 508 882	7 295 447 827	1 486 947	8 920 715 294	1 518 967	8 086 297 569	1 407 010	6 958 801 202	1 303 993	8 516 280 924	1 600 254	11 578 610 601	2 049 501	8 936 314 260	1 692 995	16 065 963 729	3 087 622	7 132 813 994	1 471 869
8505 - Electroaimants; aimants permanents et articles destinés à devenir des aimants permanents	103 522 882	10 237	269 768 016	36 120	92 546 021	3 081	163 084 597	11 165	185 306 633	6 455	241 848 766	14 015	479 994 396	50 800	326 021 667	45 108	263 169 813	19 945	64 512 346	8 074
8506 - Piles et batteries de piles électriques.	353 045 383	129 681	579 662 414	204 726	553 926 943	187 137	372 654 933	223 973	366 255 470	228 882	466 016 960	145 761	4 259 756 764	223 255	419 341 271	141 534	477 479 377	264 778	352 856 656	134 751
8507 - Accumulateurs électriques, y compris leur tangulaire.	3 001 635 797	1 731 797	4 018 340 515	2 404 270	4 590 373 715	2 693 743	5 981 863 981	3 229 508	4 386 790 174	3 005 656	4 931 976 933	3 021 657	6 393 814 401	3 955 795	4 685 980 198	3 204 133	4 591 745 882	3 315 555	2 358 218 975	2 265 767
8508 - Aspirateurs							62 284 240	21 342	66 953 694	35 481	122 952 813	39 373	67 475 100	28 019	95 919 000	36 562	98 355 233	36 035	58 228 843	38 261
8509 - Appareils électromécaniques à moteur de matières sèches et de matières liquides presse-fruits et presse légumes	212 802 346	65 254	341 211 154	92 761	280 991 647	79 876	588 579 717	96 338	116 860 961	66 140	202 073 581	51 674	205 499 844	75 114	108 977 656	59 424	108 744 044	97 466	200 413 239	69 413
8510 - Rasoirs, tondeuses et appareils à épiler,	27 403 969	13 861	15 602 379	7 718	8 341 071	7 658	12 680 699	6 703	13 061 680	12 709	23 101 643	14 139	15 734 822	12 975	9 899 610	10 087	7 799 497	6 584	5 012 317	8 398
8511 - Appareils et dispositifs électriques d'allumage ou y compris ceux fonctionnant par induction ou pertes diélectriques.	830 462 053	130 232	2 658 220 484	366 810	6 229 420 458	1 386 955	752 214 334	177 220	831 130 016	134 144	1 353 051 451	184 776	526 482 041	150 789	2 400 763 068	311 345	457 060 748	170 324	302 040 113	51 321
8512 - Appareils électriques d'éclairage	297 612 304	88 728	286 750 778	83 136	383 057 790	109 647	323 830 504	125 578	432 847 082	140 437	348 412 843	102 555	265 069 985	134 642	302 330 919	153 570	368 211 491	198 308	140 965 605	117 785
8513 - Lampes électriques portatives, destinées à fonctionner au moyen de leur propre source d'énergie (à piles, à accumulateur électromagnétiques, par exemple)	174 461 311	150 605	259 493 363	206 996	326 650 198	345 892	258 091 955	263 873	311 346 179	506 753	424 520 960	547 685	414 627 440	701 163	360 525 334	545 451	473 909 631	825 483	245 467 983	449 548
8514 - Fours électriques industriels ou de laboratoires, pertes diélectriques usages domestiques ; résistances chauffe	82 090 608	26 621	142 305 753	32 930	126 918 227	28 932	596 087 981	155 585	656 052 033	95 581	278 446 400	31 790	213 460 122	80 424	93 937 948	35 412	661 696 115	70 647	74 221 746	9 817

PRODUITS (suite)	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS
8515 - Machines et appareils pour le brassage ou électriques (y compris ceux aux gaz)	351 647 583	80 757	416 951 082	120 982	556 742 195	99 942	631 965 811	133 890	705 740 644	229 655	378 489 469	159 091	468 730 840	289 703	982 704 807	204 915	498 797 759	167 560	218 820 989	68 172
8516 - Chauffe-eau et thermoplongeurs, appareils à friser, chauffe fers	1 105 048 989	418 491	941 070 473	456 850	1 164 518 635	488 022	2 037 267 676	747 194	1 211 368 071	722 399	1 096 403 328	578 801	1 190 708 389	746 312	1 130 104 899	825 139	1 424 223 514	945 043	668 081 351	608 900
8517 - Appareils électriques pour la téléphonie	32 375 421 555	457 538	29 312 752 481	593 880	36 446 006 951	773 854	52 543 245 090	1 383 417	56 725 227 778	1 940 993	47 875 384 018	1 535 092	38 924 292 351	1 607 437	33 504 342 016	1 712 043	46 817 782 893	2 331 823	30 253 491 592	1 562 123
8518 - Microphones et leurs supports; hautparleurs	777 537 234	215 781	467 759 629	143 576	569 749 522	163 163	754 225 182	199 125	444 635 968	206 432	1 131 100 709	235 406	1 017 527 106	345 134	1 253 382 564	435 519	871 426 351	337 377	349 552 635	198 884
8519 - Tourne-disques, électrophones, lecteurs sans une source d'énergie extérieure vidéophones, même incorporant un récepteur	122 630 296	92 719	101 895 659	90 865	143 178 508	115 593	110 898 624	50 626	197 773 095	59 803	104 667 037	68 798	94 595 310	37 837	242 173 465	96 807	95 557 116	35 385	122 460 978	15 727
8520 - Magnétophones et autres appareils	217 776 969	160 554	162 188 828	158 007	210 459 343	212 796	33 143 367	37 935	---	---	---	---	3 812 754	4 180	808 610	1 262	1 924 473	1 656	---	---
8521 - Appareils d'enregistrement ou de reproduction	834 866 159	516 635	3 340 212 205	456 047	478 803 633	368 765	590 404 084	299 787	423 048 796	265 012	428 147 481	251 674	483 042 695	204 173	298 520 630	160 734	1 046 255 027	161 595	229 800 186	98 796
8522 - Parties et accessoires reconnaissables n'exécédant pas 6,5 mm faiseau laser :	26 347 901	7 148	110 716 755	22 647	68 585 853	7 302	42 273 345	12 283	37 782 733	4 664	24 613 907	7 223	27 682 954	7 328	25 856 127	4 579	56 324 053	6 302	8 866 204	2 206
8523 - Supports préparés pour l'enregistrement du son ou pour enregistrements analogues	341 611 760	133 454	233 226 414	98 482	1 228 622 905	122 712	5 876 420 121	194 265	7 738 059 276	194 830	12 007 649 254	246 560	11 667 741 227	198 036	5 442 637 013	133 673	6 911 121 549	139 184	3 193 868 581	85 336
8524 - Disques, bandes et autres supports pour compris les matrices et moules galvaniques	2 318 376 074	125 602	6 789 538 206	94 797	6 530 371 358	150 597	117 082 644	9 803	-----	-----	531 197	-----	29 235 323	1 123	63 281 569	427	6 981 421	2 070	-----	-----
8525 - Appareils d'émission pour la radio, la téléphonie	2 587 652 156	57 067	3 071 942 399	65 468	3 868 043 001	91 978	1 209 633 398	41 128	840 216 888	49 031	377 211 411	30 962	954 403 268	45 193	685 818 627	35 663	2 518 217 231	63 329	586 179 717	24 505
8526 - Appareils de radiodétection et de radiosondage	2 183 661 716	10 092	297 464 058	27 585	948 854 582	34 932	375 859 476	3 074	550 046 909	12 118	263 487 722	9 193	1 381 223 681	44 771	327 010 310	18 302	344 385 367	22 976	301 850 848	17 868
8527 - Appareils récepteurs pour la radio téléphonie, la radiotélégraphie ou la radiodiffusion, même d'enregistrement ou de reproduction du son ou un appareil d'enregistrement ou de	5 477 929 898	805 097	2 673 883 049	740 125	1 156 720 066	630 014	992 279 072	668 340	1 006 496 597	646 912	1 371 586 972	605 043	969 043 079	632 208	2 249 636 891	610 863	893 449 952	498 801	620 070 704	279 387
8528 - Appareils récepteurs de télévision, même reproduction du son ou des images :	5 700 457 388	3 348 195	6 787 185 816	3 773 992	6 599 530 382	4 346 125	6 352 106 225	3 825 367	5 187 432 055	4 326 909	5 657 418 804	4 193 724	6 933 496 168	5 027 194	7 596 103 361	3 977 931	6 936 322 066	3 840 218	4 594 453 437	2 254 604
8529 - Parties reconnaissables comme étant aux appareils des n s 85.25 à 85.28, le vol ou l'incendie et appareils similaires cristaux liquides (LCD) ou à diodes émettrices	2 270 545 660	442 282	5 210 975 047	680 262	5 892 478 265	784 880	5 164 077 411	665 562	5 317 411 164	597 790	4 750 420 886	661 279	2 837 992 512	460 129	878 632 187	299 493	2 918 210 938	904 828	2 247 273 299	389 952
8530 - Appareils électriques de signalisation	567 228 735	51 638	462 453 102	59 223	196 764 284	18 276	82 675 511	5 310	68 657 979	8 232	512 175 092	38 300	1 401 524 472	71 280	180 047 954	13 296	1 189 139 840	24 584	207 240 821	2 897

PRODUITS (suite)	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS
8531 - Appareils électriques de signalisation	597 374 058	36 481	994 259 526	93 292	827 239 096	68 049	522 863 977	45 466	732 638 277	77 380	667 133 825	55 487	1 263 579 407	56 884	1 025 205 634	55 929	1 028 824 790	133 396	449 613 550	68 941
8532 - Condensateurs électriques, fixes, variables	82 702 487	13 777	34 454 347	10 518	50 305 152	6 218	69 983 657	10 919	250 988 118	22 121	129 291 677	22 061	120 808 834	37 418	206 293 201	68 729	68 972 297	13 276	143 129 753	16 499
8533 - Résistances électriques non chauffantes	26 966 546	6 726	34 801 206	2 510	58 232 191	18 415	61 214 993	2 976	45 659 234	2 680	101 815 792	10 565	84 623 571	9 848	58 782 757	2 988	51 032 758	1 445	30 658 729	7 758
8534 - Circuits imprimés	1 428 432	111	10 088 681	366	10 570 288	149	7 314 474	93	15 261 873	23	5 555 065	242	6 751 269	84	10 606 887	100	9 047 398	425	1 671 241	37
8535 - Appareillage pour la coupure, le sectionnement	1 500 990 960	223 325	1 712 327 197	223 890	1 807 178 116	284 352	3 099 697 531	341 387	999 040 452	154 819	2 608 184 518	500 375	1 424 617 978	238 004	1 847 823 110	243 786	6 087 260 107	400 294	2 220 843 580	259 639
8536 - Appareillage pour la coupure, le sectionnement	4 796 674 495	887 808	5 703 668 221	882 665	10 427 616 167	1 472 868	9 775 000 368	1 261 223	8 236 308 408	1 182 358	7 963 785 294	1 500 289	6 516 931 313	1 339 774	7 767 327 028	1 180 857	7 697 061 483	1 215 447	4 028 883 692	714 057
8537 - Tableaux, panneaux, consoles, pupitres, armoires exclusivement ou principalement destinées lampes a halogénure métallique	2 370 891 649	283 264	5 481 513 225	425 611	3 898 368 380	338 858	4 771 699 600	591 143	5 318 963 136	569 695	5 085 041 728	426 502	6 894 524 994	725 164	4 348 306 203	465 408	12 118 666 399	683 474	5 343 345 744	1 001 039
8538 - Parties reconnaissables comme étant	528 497 685	90 208	555 381 076	78 280	612 690 698	95 956	802 012 752	113 420	1 100 422 317	126 314	1 158 481 146	152 271	2 878 622 055	288 502	917 102 000	146 668	1 154 845 683	183 213	808 484 328	147 905
8539 - Lampes et tubes électriques a incandescent 200 W et d'une tension excédant 100 V	839 660 215	539 291	953 432 428	672 290	1 048 831 288	740 261	1 218 129 519	755 722	1 209 753 354	947 078	1 878 990 058	1 008 837	1 184 903 945	667 349	1 019 111 116	779 920	1 350 377 469	917 202	849 215 883	618 375
8540 - Lampes, tubes et valves électroniques a cathode y compris les tubes pour moniteurs vidéo : convertisseurs ou intensificateurs	53 062 009	38 022	28 726 045	2 905	90 976 795	13 266	148 607 408	19 592	45 849 441	8 308	53 247 028	10 422	59 218 949	7 130	43 339 329	28 976	27 243 442	17 004	20 663 668	5 731
8541 - Diodes, transistors et dispositifs similaires a	1 956 070 742	90 581	1 356 354 189	72 771	2 099 359 513	286 413	3 668 113 071	266 664	2 400 160 934	319 581	1 732 973 725	228 866	2 477 811 570	372 643	2 814 678 702	390 816	983 847 446	335 614	924 869 203	249 324
8542 - Circuits intégrés et micro assemblages	6 326 797 949	81 145	8 558 640 447	83 940	7 660 536 537	73 755	1 095 744 185	26 108	311 784 502	5 784	215 224 551	3 015	256 080 124	3 973	545 523 182	20 083	344 471 266	13 017	315 668 440	10 897
8543 - Machines et appareils électriques ayant compris ailleurs dans le présent Chapitre	295 370 471	15 909	395 224 794	31 961	249 481 594	15 493	651 300 616	52 863	677 604 074	40 049	409 573 958	26 527	1 010 934 524	71 662	796 505 754	59 062	492 514 895	84 058	183 255 852	18 072
8544 - Fils, câbles (y compris les câbles coaxiaux) et isolantes ou comportant de simples pièces	8 336 665 417	3 751 336	13 313 682 508	4 400 016	14 916 309 401	4 547 091	13 117 816 547	4 024 461	13 196 594 589	4 833 192	12 374 801 780	4 497 477	17 029 586 448	4 821 369	12 384 155 717	4 083 301	13 969 663 175	4 307 668	6 049 095 290	1 925 106
8545 - Electrodes en charbon, balais en charbon,	312 321 292	272 615	306 031 003	303 237	191 659 277	106 448	228 310 115	189 021	161 700 981	131 508	221 784 702	153 413	254 031 662	179 603	216 203 186	158 670	258 168 447	139 185	149 371 662	120 633
8546 - Isolateurs en toutes matières pour l'électricité. métalliques d'assemblage (douilles a pas de vis, machines, appareils ou installations électriques)	187 957 058	95 466	393 818 035	142 685	1 237 885 382	430 019	152 345 697	81 238	158 732 096	76 087	194 238 028	40 407	207 438 400	72 316	114 192 758	29 761	320 164 300	76 148	54 273 262	22 613
8547 - Pièces isolantes, entièrement en matières	57 041 615	15 903	90 444 135	115 097	108 787 364	92 425	127 739 327	89 535	200 160 124	147 171	68 551 746	75 189	231 513 846	88 163	97 303 985	87 094	200 645 181	90 252	62 952 818	58 304

PRODUITS (suite)	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	VALEUR	POIDS	VALEUR	POIDS																
8548 - Déchets et débris de piles, de batteries de piles électriques. hauteur excédant 60 cm (tombereaux)	17 012 881	1 987	39 688 932	8 834	48 118 451	36 893	11 764 896	2 358	10 498 259	1 703	114 769 051	353 722	246 726 173	458 675	333 170 180	784 339	109 781 088	254 793	42 092 959	90 981
<b>Total général</b>	<b>109 822</b> <b>308 464</b>	<b>19 838</b> <b>794</b>	<b>148 653</b> <b>337 055</b>	<b>25 509</b> <b>567</b>	<b>146 858</b> <b>571 024</b>	<b>26 948</b> <b>118</b>	<b>154 565</b> <b>539 026</b>	<b>26 250</b> <b>605</b>	<b>145 149</b> <b>311 971</b>	<b>26 572</b> <b>750</b>	<b>145 651</b> <b>963 024</b>	<b>27 085</b> <b>820</b>	<b>183 560</b> <b>939 711</b>	<b>34 826</b> <b>484</b>	<b>148 226</b> <b>204 950</b>	<b>28 681</b> <b>732</b>	<b>172 129</b> <b>093 658</b>	<b>30 897</b> <b>564</b>	<b>93 888</b> <b>357 023</b>	<b>18 517</b> <b>716</b>

- **type de matériels vendus par les distributeurs**

Il découle des enquêtes et analyses effectuées que le type d'équipement distribué varie selon les régions, même si on peut noter que certains matériels sont plus vendus que d'autres. Selon les résultats, les équipements électriques et électroniques les plus vendus sont : les téléviseurs, les lecteurs-dvd, les lecteurs MP3, les téléphones portables et fixes et les clefs USB. Viennent ensuite les ordinateurs fixes et portables ainsi que les périphériques tels que les imprimantes, souris, claviers, etc. (Tableau 10).

**Tableau 10 :** Pourcentage des distributeurs selon le type de matériels vendus par régions groupées

Désignation des articles vendus	Région de Dakar	Région de Thiès	Régions de Louga-St Louis-Diourbel	Régions de Fatick-Kaolack	Régions de Kédougou-Kolda-Tambacounda	Région de Ziguinchor
Ordinateurs fixes	17	38	26	31	10	20
Ordinateurs portables	22	32	30	38	0	10
Téléphones fixes	31	53	57	31	5	0
Photocopieuses	17	18	0	23	5	0
Tél portables	74	82	52	31	81	60
Clefs USB	62	56	48	54	43	40
Lecteurs MP3	60	74	65	38	62	60
Imprimantes	22	24	26	31	10	0
Télévision	60	68	78	92	52	90
Scanneurs	14	21	26	31	0	0
Photo Numérique	26	32	13	31	5	20
Caméra	21	18	13	8	5	10
Vidéoprojecteurs	17	18	4	23	0	0
Lecteurs -vcd-dvd	74	79	87	62	52	100
Radio	67	76	87	92	57	90
Unités-centrales	9	29	17	23	10	0
Claviers	16	32	26	23	10	0
Souris	19	32	39	23	10	0

Le tableau 11 informe sur le type de fournisseur et l'état des équipements distribués. Parmi les fournisseurs identifiés nous avons principalement les distributeurs agréés, les importateurs et autres points. Par ailleurs, nous désignons tous les distributeurs qui n'entrent

pas dans ces deux groupes cités. Il s'agit principalement des distributeurs du secteur informel qui représentent une bonne partie des vendeurs d'EEE au Sénégal.

La qualité de l'équipement et son état à l'acquisition déterminent la production des DEEE. Nos interviews auprès des distributeurs et des utilisateurs renseignent que les équipements dits « chinois » ne sont pas très résistants et ont, par conséquent, une durée de vie très courte. Toutefois, ils sont plus accessibles et présentent un design plus attractif pour les clients. A ce lot de DEEE provenant de ces équipements, s'ajoute une quantité importante qui provient des équipements de seconde main. Même si les utilisateurs qui achètent les équipements de seconde main ne sont pas très nombreux (tableau 11), le lot de DEEE provenant de cette catégorie de matériel est important à cause de leur obsolescence rapide et des difficultés de leur réparation.

**Tableau 11** : Répartition de quelques équipements selon la provenance et l'état à l'acquisition

	Distributeurs agréés		Importateurs		Autres		TOTAL	
	Neuf	O.F*	Neuf	O.F	Neuf	O.F	Neuf	O.F
Ordinateurs fixes	70	30	87,5	12,5	50	50	<b>71,9</b>	<b>28,1</b>
Téléphones fixes	93,5	6,5	100	0	66,7	33,3	<b>92,7</b>	<b>7,3</b>
Lecteurs_MP3	93,6	6,4	93,6	6,4	93,6	6,4	<b>93,6</b>	<b>6,4</b>
Imprimantes	75	25	75	25,0	75	25	<b>75</b>	<b>25</b>
Télévision	86,3	13,7	95,7	4,3	100	0	<b>91,2</b>	<b>8,8</b>
Radio	91,5	8,5	100	0	100	0	<b>95,5</b>	<b>4,5</b>

*NB : O.F\* désigne occasion Fonctionnelle*

Les données de l'enquête (tableau 11) montrent que 95,5% ; 93,6% ; 92,7% ; 75%, 91,2% et 71,9%, respectivement des radios, des lecteurs MP3, des téléphones fixes, des imprimantes, des télévisions, des ordinateurs fixes vendus sur le marché sont à l'état neuf. Cet état de fait est corroboré par le foisonnement d'équipements neufs et l'accessibilité des prix sur les marchés. De façon générale, on retrouve chez les distributeurs du matériel neuf. Toutefois, il existe une part non négligeable de matériel d'occasion que les distributeurs mettent à la disposition des consommateurs. Parmi les articles d'occasion les plus proposés aux utilisateurs par les distributeurs, nous retrouvons les ordinateurs et leurs périphériques.

Ces équipements sont utilisés dans le milieu professionnel. En effet, les données relatives au type d'équipements à usage professionnel montrent que ces usagers, quel que soit leur secteur d'activités, disposent au minimum de : cinq (5) ordinateurs fixes, un (1) ordinateur portable, deux (2) téléphones portables, un (1) téléphone fixe, une (1) clef USB et deux (2) imprimantes.

Après la phase de l'utilisation conditionnant de façon significative la production des DEEE, les équipements obsolètes entrent dans une phase de gestion suivant un circuit complexe.

## **III.2) Circuits et processus de gestion des DEEE**

### **III.2.1) Distribution et importation**

Par le biais de l'importation, les équipements électroniques utilisés au Sénégal ont principalement pour origine les pays industrialisés. Au niveau des acteurs de l'importation et de la distribution, le matériel ayant un défaut de fabrication occasionnant une panne irréparable subit divers traitements comme, entre autres, la réparation, le stockage ou le rejet avec les ordures. En effet, 16% des distributeurs affirment avoir abandonnés leurs équipements en fin de vie ; 1% les incinère et 30% les livrent aux recycleurs. Le stockage d'équipements en panne est le plus souvent effectué dans les boutiques de distribution en vue de trouver une solution. Il peut aussi provenir des services techniques ou d'autres spécialistes de la réparation ou du recyclage des DEEE.

Certains distributeurs disposent d'un service de maintenance composé de réparateurs internes pouvant faire appel à des spécialistes externes à l'équipe, selon la nature de la panne et le service demandé.

### **III.2.2) Utilisation**

Les équipements importés sont destinés à être utilisés par les principaux acteurs que sont les ménages et les utilisateurs professionnels.

Les ménages se séparent des équipements principalement pour des raisons liées à une baisse de performance (20,6%), à la vieillesse (23,6%), à une panne (58,6%), ou tout simplement par le désir de les remplacer par un nouvel équipement (16,8%).

Les ménages demeurent une source de production importante de DEEE. Mais ces déchets sont pour la plupart récupérés par les acteurs de l'économie solidaire qui en exploitent des composants de valeur, et à leur tour, se débarrassent des parties ou des équipements entiers sans utilité pour eux. Cependant, une bonne partie des équipements atterrissent dans les décharges à cause de la collecte non sélective pratiquée et de l'activité de récupération aléatoire. Ainsi, les ménages constituent des sources de ravitaillement pour les réparateurs.

Les équipements obsolètes des utilisateurs professionnels sont réparés pour 115 utilisateurs (41,97%), jetés pour 25 utilisateurs (9,12%), offerts à d'autres demandeurs pour 16 utilisateurs (5,84%) et vendus pour 10 utilisateurs (3,65%).

Les données nous indiquent que plus de la moitié des utilisateurs professionnels (57,1%) disposent d'un service de maintenance contre 42,9% qui n'en disposent pas.

Au niveau de ces acteurs, les pratiques adoptées pour se débarrasser des DEEE présentent souvent des risques. Ainsi, en dehors de toute possibilité de réparation, de vente ou d'offre à des demandeurs, 83,3% des utilisateurs professionnels mélangent les DEEE devant être jetés aux déchets ménagers.

Les entreprises disposant d'un système de recyclage représentent seulement 13,8% de l'échantillon contre 86,2% qui n'en disposent pas. Bien que certains utilisateurs (16,5%) pensent que la responsabilité de la gestion des DEEE leur incombe, d'autres plus nombreux par contre pensent que c'est à l'Etat (62,5%), les collectivités locales (25,9%), les utilisateurs (16,5%), les distributeurs (35,7%) et les ONG (11,6%) de gérer les DEEE à travers des projets et programmes cohérents.

Au niveau des utilisateurs professionnels qui sont pourvoyeurs de matières premières aux réparateurs, même si certains disposent d'un personnel pour l'entretien et la réparation de leurs équipements, une bonne partie de leurs équipements en panne, à l'instar des ménages, reste au profit des récupérateurs.

### **III.2.3) Valorisation, réparation et recyclage**

D'un point de vue économique, la valorisation est l'opération qui consiste à créer de la valeur ajoutée pour les articles récupérés, soit en l'état, soit en les recyclant ou en leur faisant subir des transformations qui en font un ou plusieurs produits commerciaux ayant des débouchés plus accessibles. Sous cet angle, au Sénégal, les réparateurs, les recycleurs et les récupérateurs occupent ce niveau du processus de prise en charge des DEEE.

Au niveau des réparateurs, la presque totalité des acteurs (94,9%) reçoivent des articles venant des utilisateurs. Cependant, 15,4% d'entre eux reçoivent aussi des équipements fournis par les récupérateurs. Les résultats montrent que 91,7% des ordinateurs et la plus grande part des portables et radios proviennent des utilisateurs. Il convient toutefois de noter que les récupérateurs livrent une part non-négligeable des téléviseurs (30%) et des radios (27,8%).

Dans le domaine de la réparation, la suite à donner aux articles réparés est fonction du succès ou non des opérations. Certains équipements sont retournés aux propriétaires après réparation ou non, tandis que d'autres ne le sont guère. Ces déchets qui échouent à la réparation sont soit stockés de façon sauvage dans les ateliers des réparateurs, soit jetés ou même vendus aux autres acteurs pour servir de matières premières au recyclage et à la récupération.

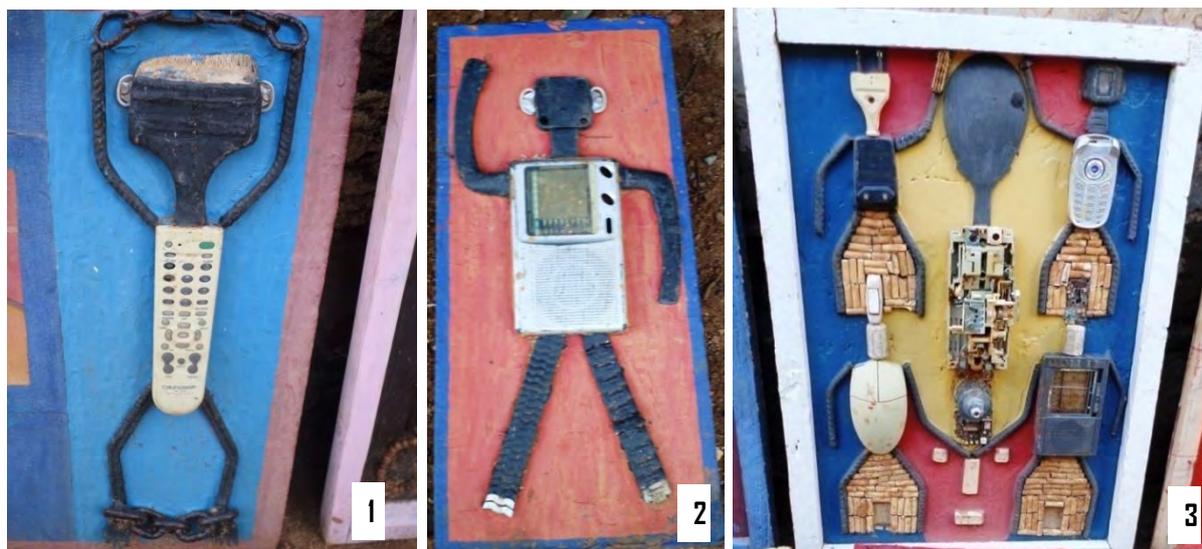
Pour gérer partiellement les déchets résultant de ses activités mises en œuvre dans le cadre de la lutte contre la fracture numérique, la Cellule de Solidarité Numérique (CSN, ex SENCLIC) a développé un projet DEEE doté d'un Centre des Handicapés au Travail (CHAT). Ainsi, la CSN assure les premières phases de la gestion des DEEE que sont la collecte, le démantèlement et le stockage. Les employés du CHAT formés aux techniques de démantèlement des ordinateurs font le reconditionnement et la séparation de certains composants des équipements. Du fait que la gestion des DEEE présente des exigences très strictes, la CSN a mis en place un magasin de stockage et un espace de reconditionnement équipés de casiers pour les composants issus du démantèlement et d'un poste de travail équipé d'ordinateurs et d'outils manuels.

La Cellule a réussi à faire une réinsertion sociale à travers les employés du CHAT composés de handicapés qui évoluent dans le reconditionnement et le démantèlement des ordinateurs.

Les petits chariots, les palettes et les transpalettes constituent le matériel pour le conditionnement des équipements entre le site de démantèlement et le magasin de stockage. Ces outils se substituent à une main d'œuvre onéreuse et permettent de rationaliser le temps et l'effort physique des personnes à mobilité réduite.

Consciente que le partage d'expériences contribue à renforcer et à faciliter le succès de ses projets, la CSN s'est lancée dans une logique de partenariat nord/sud. Le partenariat public privé à l'échelle locale est instauré et peut faciliter la mise en place d'éventuel projet de construction d'une unité de recyclage. Car, à un certain niveau d'obsolescence des équipements, leur reconditionnement ne sera plus possible et seul le recyclage s'imposera.

A l'échelle des artisans, des acteurs utilisent des composants des déchets d'équipements électriques et électroniques pour la conception d'objets d'art très prisés dans des sites touristiques comme l'île de Gorée.



**Photo 1, 2, 3:** Objets d'arts conçus par les artisans de l'île de Gorée à partir des DEEE (Sénégal)  
(Dieng, 15/08/13)

Les photos 1, 2 et 3 retracent l'histoire de la traite négrière. D'abord, l'esclavage des Noirs avec un homme commandé en quête de liberté (*télécommande blanche photo 1*) ; ensuite, la fin de la traite en 1848 et l'accès libre à la terre et à l'information (*radio, photo 2*) ; enfin la sédentarisation et la mondialisation (*village planétaire, photo 3*) avec l'intégration de tous les peuples qui peuvent désormais communiquer, s'informer (*radio et téléphone*) et prendre des décisions par un simple clic (*souris blanche*).

Toutefois, cette forme de valorisation artistique des DEEE présente des risques d'autant plus que le matériel mis en jeu n'est pas totalement séparé de ses composants dangereux. Par conséquent, la gestion des DEEE doit être vue sous un angle plus large qui s'inscrit dans une stratégie globale de gestion rationnelle des déchets. Ce constat n'est pas seulement typique au Sénégal. Au Japon, les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) qui ne sont pas couverts par les lois sur le recyclage sont traités comme des déchets solides municipaux et la moitié du cuivre (Cu) et de l'aluminium (Al) contenus dans les DEEE finissent dans les dépôts de déchets ou sont dissipés dans le cadre du système municipal actuel de traitement des déchets de cette grande île (*Masahiro et al., 2011*).

Le recyclage des déchets électroniques peut mobiliser les recycleurs individuels, les commerçants, les fabricants et les entreprises de démontage. De façon générale, les méthodes récurrentes de **recyclage** appliquées dans les PED incluent (1) le décapage des métaux à ciel ouvert dans un bain d'acide pour récupérer l'or et d'autres métaux, (2) la séparation de composants électroniques de cartes de circuits imprimés par chauffage sur une grille, (3) l'écaillage et la fonte des plastiques, (4) l'incinération des câbles pour la récupération de métaux, et brûlage des matières indésirables à l'air libre, (5) l'élimination des matières non récupérables, (6) le démantèlement des équipements électroniques (*Wong et al., 2007*). Ces pratiques souvent à risque mettent en exergue principalement deux types de recyclage:

- le recyclage chimique (utilisation de composants chimique pour l'extraction des métaux) ;
- le recyclage mécanique des déchets plastique par l'incinération pour produire de l'énergie.

Les aspects positifs du recyclage des déchets électroniques comprennent l'économie des ressources naturelles, la protection de l'environnement, et la création d'emploi (*Li et al., 2011*). Toutefois, dans certains pays comme la Chine, le recyclage informel des DEEE conduit à beaucoup de problèmes environnementaux et sanitaires (*Lin et Yangsheng, 2012*). Au vue des spécificités, chaque pays a besoin d'un système de recyclage qui prend en compte non seulement ses ressources, mais aussi ses considérations économiques et sociales (*Li et al., 2011*). Les opérations de recyclage des déchets électroniques dans les pays en développement sont pour la plupart non réglementées et utilisent des techniques rudimentaires (*Oyuna et Bengtsson, 2010*). Un facteur majeur entravant le développement de technologies avancées du recyclage reste les petites quantités de déchets électroniques collectées (*Pia, 2013*). Les

producteurs se séparent difficilement de leurs équipements obsolètes du fait des souvenirs et de l'attachement au matériel.

Au Sénégal, les deux phases du recyclage ne sont pas opérationnelles dans le domaine des déchets électroniques pour lesquels des quantités plus ou moins importantes sont soit incinérées, soit mises en décharge avec les déchets municipaux.

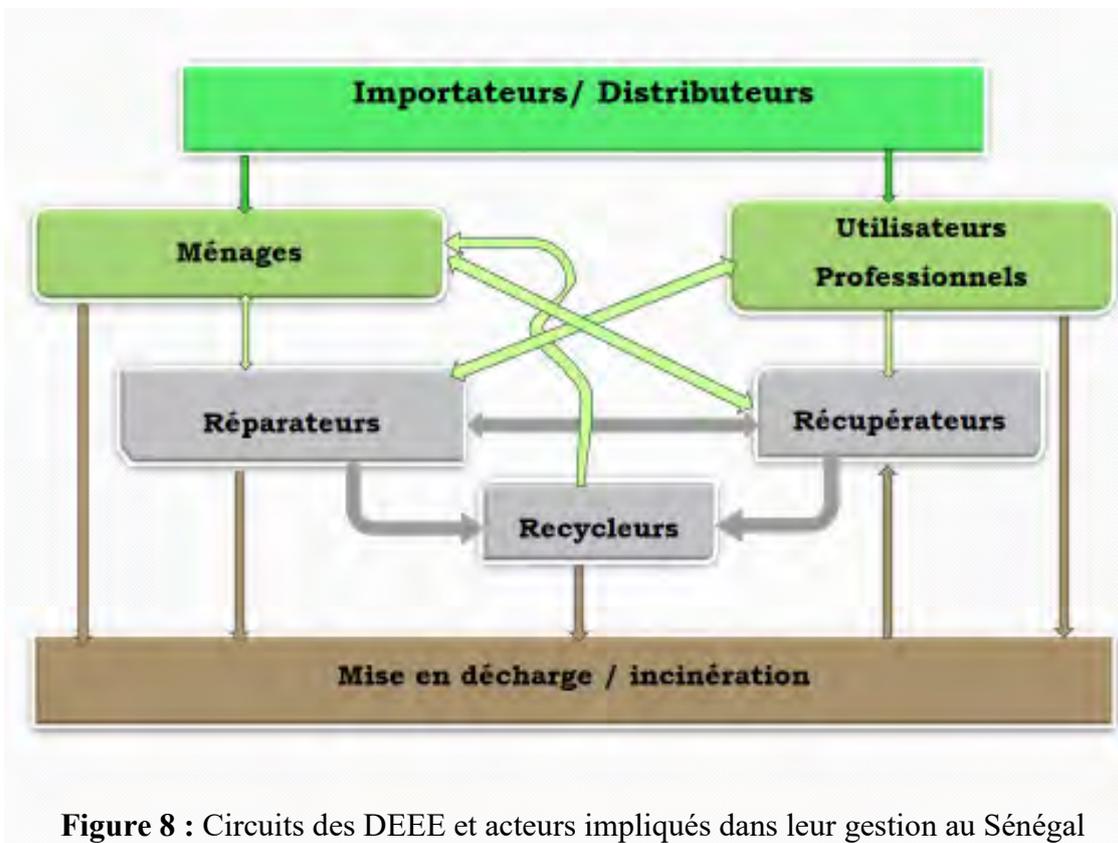
#### **III.2.4) Elimination et mise en décharge**

Dans les PED, en raison du manque d'infrastructures adéquates pour gérer les déchets en toute sécurité, ils sont enfouis, brûlés à l'air libre ou déversés dans les eaux de surface (*Nnoroma et Osibanjob, 2008*). A ce jour, le Sénégal ne dispose pas encore d'unités de recyclage des DEEE, en conséquence ce sont des méthodes non écologiques comme l'incinération, l'abandon dans des terrains vagues et la mise en décharge sauvage qui sont observées quotidiennement dans les sites de récupération localisés dans la région de Dakar. Lors du processus d'incinération, les composants plastiques des DEEE contenant des retardateurs de flammes bromés peuvent engendrer des rejets de dioxines et de furannes.

L'ineffectivité de la collecte sélective des déchets au Sénégal fait que les DEEE sont mélangés aux déchets ménagers dont le système classique de ramassage actuel repose sur les trois procédés que sont le stockage, l'incinération et la mise en décharge. La décharge de *Mbeubeuss* accueille les déchets de toutes sortes générés dans la capitale du Sénégal, Dakar et ses environs. Compte tenu des résultats de plusieurs enquêtes épidémiologiques menées sur ce site, la décision portant fermeture de *Mbeubeuss* est saluée par les spécialistes des questions environnementales et de santé publique. L'une des conséquences de cette décision est la mise en place d'un Centre d'Enfouissement Technique (CET) de classe 2 basé à Diass (quartier périphérique de la région de Thiès au Sénégal). Toutefois, sous les menaces des populations riveraines, cet ouvrage peine à fonctionner. La mise en service du CET pourrait permettre de réduire les quantités des déchets ménagers à mettre en décharges et par ricochet participer à la maîtrise des impacts des DEEE et des autres déchets dangereux.

### III.2.5) Schéma récapitulatif du circuit et du processus de gestion des DEEE

L'analyse du circuit et du processus de gestion des DEEE nous fait aboutir au schéma ci-dessous montrant un circuit complexe et un manque d'organisation de la filière (figure 8).



**Figure 8 :** Circuits des DEEE et acteurs impliqués dans leur gestion au Sénégal

Le circuit informel et complexe suivi par les déchets électroniques, représenté par la figure 8, montre l'inexistence d'une filière de gestion des DEEE. Jusque-là, les initiatives sont sectorielles et se présentent à des échelles microscopiques. Un tel système désorganisé de gestion des e-déchets a été décrit par Qu et al. (2013) à Dalian en Chine où de petits groupes de marchands ambulants collectent la plupart des e-déchets en parcourant les communautés pour acheter les appareils ménagers usagés.

La cellule de Solidarité Numérique a mis en œuvre des actions dans le sens d'organiser la gestion des DEEE mais l'impact n'est pas encore bien senti du fait que la priorité soit accordée aux DEEE générés dans le cadre de la lutte contre la fracture numérique et l'installation de salles multimédias dans le pays. Cependant, il existe des projets de partenariat entre les acteurs préoccupés par la problématique des DEEE pour entreprendre des actions communes à grande échelle.

## **CHAPITRE IV : ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES DES DEEE**

Les équipements électriques et électroniques permettent d'améliorer les activités et le bien être des individus. Toutefois, les DEEE qui en résultent engendrent le développement d'intenses activités dans le secteur informel. La production importante des DEEE peut présenter des opportunités d'activités additionnelles pouvant mobiliser diverses catégories d'acteurs de la société. Ceux évoluant dans le recyclage, la récupération et la réparation parviennent tant bien que mal à subvenir aux besoins élémentaires de leurs familles. Ainsi, la gestion et la valorisation des DEEE présentent d'importants avantages socio-économiques, entre autres, la création d'emplois et de richesses, et l'insertion sociale.

### **IV.1) Création d'emplois**

La gestion des déchets est un secteur qui offre des opportunités d'emplois surtout dans le contexte actuel de promotion de l'économie verte, concept clé de la conférence des Nations Unies dénommée Rio+20 tenue du 20 au 22 juin 2012 à Rio de Janeiro. En effet, l'économie verte est un nouveau paradigme selon lequel la croissance économique et la responsabilité environnementale se tiennent mutuellement pour supporter le progrès dans le développement social. L'adhésion du Sénégal à ce nouveau concept s'illustre par la déclaration de son Président de la République qui soutenait à la tribune des Nations Unies que « plus qu'une économie verte, le Sénégal propose l'avènement d'une véritable gouvernance verte, articulée autour de politiques économiques et sociales équilibrées et adossées à des technologies et des modes de production écologiquement rationnels ». La promotion de l'économie verte permettra de lutter contre la pauvreté et de créer des emplois verts dans le recyclage, le ramassage et la transformation des déchets.

Les DEEE qui ont une croissance plus rapide que les déchets municipaux présentent un enjeu majeur pour l'emploi et un avenir prometteur pour la réduction du chômage. Ainsi, à l'échelle internationale, le Fonds de Solidarité Numérique (FSN) ambitionne de réduire la fracture numérique tout en œuvrant pour une société de l'information inclusive. L'engagement du FSN s'inscrit aussi dans la perspective d'optimiser la filière de recyclage des équipements électriques et électroniques dans une optique de création de valeur ajoutée (création d'emplois dans le secteur) et de développement durable. Cet objectif du FSN revêt une importance capitale pour les pays en développement qui reçoivent de nombreux et divers

équipements en fin de vie et pour lesquels des traitements non appropriés sont réservés. En effet, la promotion du secteur de la valorisation de ces déchets peut permettre la création d'emplois et d'entreprises d'économies sociales. Par exemple, la communauté traditionnellement rizicole à Guiyu (Chine) est transformée en un centre de recyclage intensif des déchets électroniques depuis 1995 ; plus de 75% des 300 ateliers individuels ont été impliqués dans l'entreprise de démantèlement ou de traitement des déchets électroniques avec près de 100.000 travailleurs migrants des campagnes les plus pauvres du nord de la province du Guangdong (*Wong et al., 2007*).

L'exposition des acteurs aux risques des déchets électroniques altère les avantages qu'offre leur valorisation. Par conséquent, la mise en œuvre de bonnes pratiques environnementales de leur gestion est à préconiser dans les pays en développement. Dans ces pays, les techniques artisanales utilisées pour le traitement de ces déchets dangereux posent de sérieux problèmes de santé publique, mais aussi de rentabilité de la filière. Aujourd'hui, bon nombres d'acteurs au Sénégal trouvent leurs intérêts dans la filière de récupération de la « ferraille ». Dans presque tous les quartiers, des récupérateurs munis de chariots ou de charrettes s'adonnent au ramassage du matériel métallique dont les DEEE. Dans le cadre de la recherche de matières premières, les ferrailleurs collectent du matériel électrique et électronique qu'ils démantèlent afin de procéder à la vente des composants surtout métalliques. Les avantages de la récupération et du recyclage sont multiples. Toutefois, si ces opérations ne sont pas soigneusement effectuées, la population et l'environnement s'exposent à des effets nuisibles.

#### **IV.2) Insertion sociale et formation aux techniques de gestion des DEEE**

L'Etat a créé le Centre des Handicapés au Travail (CHAT) logé dans la Cellule de Solidarité Numérique. La mise en place du CHAT constitue une véritable stratégie d'insertion sociale des personnes en situation de handicap. Une dizaine de handicapés dont une femme s'occupent de la réinstallation et du reconditionnement des ordinateurs utilisés dans le cadre des activités de la cellule. A travers le CHAT, les préalables à l'organisation de la filière avec l'aide d'un projet pilote « e-déchet » sont ainsi posés. La notion de filière peut être perçue comme un ensemble d'étapes coordonnées de la gestion et de la valorisation des DEEE, dans le respect scrupuleux des normes environnementales, des exigences sociales et économiques, et mettant à contribution tous les acteurs. Ceci montre que la valorisation des DEEE peut être

une activité adaptée au sein des entreprises d'économie sociale engagées dans le reconditionnement et la réutilisation. Une bonne gestion de ces équipements à des coûts accessibles constitue un moyen de lutte contre les inégalités grandissantes en termes d'accès à l'informatique et à l'internet.

### **IV.3) Création de richesses pour les acteurs**

La bonne organisation des activités de valorisation peut constituer une force économique pour les acteurs évoluant dans ce domaine. La valorisation peut être perçue comme un terme générique, un processus visant à augmenter ou à donner une valeur d'usage et économique au déchet tout en minimisant sa valeur de nuisance. Il existe principalement deux types de valorisation pour le cas des DEEE:

- la valorisation matière autrement dit le démantèlement et la réutilisation des composants (au Sénégal, pour cette phase, les **recupérateurs** et les **réparateurs** sont les acteurs intervenant de façon artisanale au niveau des ateliers de réparation et de maintenance) ;
- et celle énergétique consistant à procéder à l'incinération avec récupération d'énergie (Cette phase n'est pas encore bien opérationnelle au Sénégal).

Le principal moteur économique pour le recyclage des déchets électroniques est la récupération des métaux précieux qui représentent environ respectivement plus de 70% et 40% de la valeur des téléphones cellulaires, des cartes TV/lecteurs DVD (*Cui et Zhang, 2008*). La récupération de ces métaux à partir de déchets électroniques est devenue une entreprise rentable, ce qui suscite le commerce mondial et transfrontière des déchets électroniques (*Widmer et al., 2005*). Le processus chimique du recyclage implique la lixiviation de l'or/argent de déchets électroniques à l'aide du cyanure qui assure la formation d'un complexe aqueux comme l'or et l'argent-cyanure (*Viraja, Rao et Patil, 2012*). La récupération des métaux précieux des DEEE n'est pas encore effective au Sénégal. Toutefois, l'utilisation du cyanure dans les sites d'orpaillage pourrait être étendue aux déchets électroniques si les populations sont bien informées de leur composition en métaux précieux.

Les résultats montrent que les pratiques actuelles de récupération des composants des DEEE sont principalement orientées vers l'acier, le fer, l'aluminium et le cuivre. Ainsi, on

constate un véritable commerce autour des produits recyclés et des composants métalliques des DEEE (tableau 12).

**Tableau 12** : Coût d'acquisition de DEEE et prix du produit recyclé à Dakar

Matériel	Tarif de reprise des DEEE en F CFA	Prix du DEEE recyclé en F CFA
Climatiseurs SPLIT	12000	18000
Climatiseurs GM	23 000	25000
écrans et postes téléviseurs	1500	8000 (l'ensemble unité centrale et écrans)
unités centrales	1000	
photocopieuses	8000	13000

A côté du commerce des équipements entiers, des composants des matériels électriques et électroniques sont vendus au kilogramme dans le marché. Il s'agit, entre autres, du plastique vendu à 15 F CFA le Kg et de l'aluminium cédé à 200 F CFA le Kg aux artisans pour la conception d'ustensiles de cuisine, au même prix que le plomb utilisé par les pêcheurs artisanaux pour lester les filets et les lignes de pêches.

Pour la plupart des réparateurs interviewés, selon que l'objet récupéré est une diode, un transistor, ou une résistance, son prix sur le marché peut facilement passer de 1000 F CFA à 1500 F CFA l'unité. L'état des équipements stockés est très variable au niveau des ateliers de réparateurs. Certains appareils ne peuvent même pas être réparés et leur destination reste le démantèlement, la récupération des pièces fonctionnelles ou le recyclage. Les appareils en panne sont réparés puis réinjectés dans le circuit de la consommation (marché de seconde ou de énième main). Dans les ateliers de réparation, on peut trouver des appareils en bon état et fonctionnels dont le seul défaut est la qualité d'usage jugée faible par rapport aux besoins de l'utilisateur.

En ce qui concerne les ordinateurs, certains acteurs préfèrent récupérer les cartes électroniques pour les revendre sans en détacher les diodes, les transistors et les circuits logiques à cause de leur faible niveau de connaissance et d'un manque de matériel adaptés. En plus du commerce des métaux, d'autres pièces détachées de valeur peuvent faire l'objet d'une vente au niveau des entreprises où des acteurs divers. Ce métier n'est pas jugé très rentable au vue des faibles bénéfices et des matières précieuses non valorisées lors de la récupération.

La valeur des composants des équipements est plus connue dans les pays européens où les acteurs sont bien rémunérés et les filières plus organisées que dans nos pays en développement (tableau 13).

**Tableau 13** : Tarifs de reprise (€/tonne, en novembre 2010) de quelques composants des DEEE en Europe par l'entreprise *Revalorisation Recyclage Développement Environnement Formation Insertion* (1€= 655,957 F CFA)

<b>COMPOSANTS PROVENANTS D'UNITES CENTRALES</b>	
Carte riche (Carte mère, carte vidéo)	3910 €
Bloc alimentation avec fils	400 €
Câble mixte	1050 €
Lecteurs CD DVD	320 €
Lecteurs floppy	230 €
RAM	7650 €
Disques dur	935 €
Processeur epoxy carre	18700 €
Processeur epoxy slot 1	9350 €
Processeur céramique	42500 €
Processeur doré (386/486)	80750 €
<b>COMPOSANTS PROVENANTS D'ECRANS</b>	
Carte pauvre (carte TV...)	290 €
Déviateur	1250 €
Câble démagnétisation	2600 €
Canon à électrons	25 €
Ecran LCD complet HS non rayé non cassé	5 €/pcs
Dalle LCD non cassée avec connectiques	1 €/pcs
<b>MATERIELS COMPLETS A RECYCLER</b>	
Unité centrale complète	400 €
Ordinateur Portable complet	1000 €
Téléphone Portable	2000 €
Imprimante laser HP complète avec toner	2 €/pcs
Onduleur	100 €
Imprimante	50 €
Ecran CRT	-200 €
Photocopieur	50 €
PAM petit appareil en mélange	50 €
<b>AUTRES MATERIELS</b>	
Transformateurs	380 €
Petits transformateurs (noir)	300 €
Téléphone fixe	50 €
Toner	200 €
Jet d'encre	500 €
Batteries GSM	450 €

Les données des tableaux 12 et 13 montrent les performances des pays européens en matière de gestion des DEEE, comparés aux pays en développement qui font face au défi de la mise en place d'un système performant pour la prise en charge des déchets électroniques. Les tarifs de reprise d'un équipement en fin de vie en Europe et au Sénégal sont très différents. Au moment où au Sénégal, la photocopieuse est cédée à 8000 F CFA et l'unité centrale complète à 1000 F CFA, ces matériels sont repris respectivement à 50 euros (32 800 F CFA) et 400 € (263 380 F CFA) en Europe. Pour le cas des écrans, en Europe l'utilisateur paye 200 euros pour sa reprise contrairement au Sénégal où c'est le récupérateur qui paye 1500 F CFA pour disposer d'un écran. En Europe, les Ecran LCD complets hors service non rayés non cassés sont achetés chez l'utilisateur à 5 euros par pouces.

Les enjeux socio-économiques des DEEE doivent être corrélés avec une bonne politique de préservation de l'environnement. Celle-ci passe nécessairement par la réduction des impacts des composants dangereux sur l'environnement et la santé mais aussi par une meilleure gouvernance des ressources naturelles utilisées lors de la fabrication des équipements électriques et électroniques.

## CHAPITRE V : ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DES DEEE

La gestion des déchets en général et particulièrement des déchets dangereux répond à une exigence économique, sanitaire et écologique. L'obsession du maintien de la croissance se traduit par une course mondiale visant à s'appropriier la plus grande part de l'espace écologique qui détermine l'ensemble des ressources naturelles, les superficies cultivables et la capacité de la biosphère à absorber des rejets des activités humaines, pouvant être utilisés sans déstabiliser l'équilibre écologique global (*H. Kampf, 2013*). L'exportation des DEEE pose manifestement la délocalisation des pollutions et nuisances liées à leur démantèlement informel dans les pays pauvres. Dans ces pays, les problèmes du traitement des DEEE se posent de plus en plus avec acuité. Malgré l'apport considérable des TIC au développement et à l'économie nationale, l'on ne peut passer sous silence les effets collatéraux sur l'environnement qu'engendre le matériel obsolète qui en résulte. La valorisation efficace des déchets, en l'occurrence des composés issus de l'exploitation minière, est une activité qui revêt un impact positif en termes de gestion des ressources naturelles, d'économie d'énergie, de lutte contre les pollutions et les nuisances et le changement climatique.

### V.1) Gestion des ressources naturelles et lutte contre les pollutions et les nuisances

L'impact des déchets sur l'environnement et la santé est de plus en plus ressenti dans les pays en développement en manque d'infrastructures de recyclage et de systèmes efficaces de gestion des déchets. La communication sur ce sujet pourrait permettre de sensibiliser les citoyens sur les coûts écologiques liés à une exploitation non rationnelle des matières premières et à l'utilisation excessive d'énergie pour la fabrication d'un équipement électrique et électronique ou même de ses composants élémentaires. Selon *Dübendorf et al. (2007)*, citant une publication de l'ONU en faveur de l'amélioration du recyclage des déchets électronique intitulée « Communiqué aux médias », la fabrication d'un ordinateur de bureau consomme 1.8 tonnes de matières premières ; et la conception d'une unité centrale avec un écran 17 pouces de 24 Kg nécessite 240 kg d'énergie fossile, 22 kg de produits chimiques et 1 500 litres d'eau. Conçus à partir de l'exploitation de ressources naturelles, les équipements électriques et électroniques renferment des substances diverses pour lesquelles l'absence de valorisation contribue à la dégradation de l'environnement et des matières premières. La

maîtrise des impacts des déchets en général et des DEEE en particulier est un impératif. Ainsi, la valorisation des composants des DEEE présente des enjeux qui participent à l'effort de préservation des ressources naturelles et de la santé.

Les équipements électroniques aujourd'hui font usage de nombreux métaux précieux et spéciaux; leur fabrication est donc devenue un facteur important de la demande mondiale de métaux (*Suthipong et Wong, 2012*). Les équipements électroniques renferment des métaux précieux comme le cuivre, l'or, l'argent et le palladium. En général, les déchets des cartes de circuits imprimés contiennent environ 30% de divers métaux, du cuivre (Cu, 20%), du fer (Fe, 8%), de l'étain (Sn, 4%), du nickel (Ni, 2%), du plomb (Pb, 2%), du zinc (Zn, 1%); le fer et l'acier sont les composants les plus fréquents trouvés dans les EEE et compte pour près de la moitié du poids total des déchets électroniques. Et les métaux non ferreux, y compris les métaux précieux, représentent 13% du poids total des déchets électroniques (le cuivre représente 7%) (*Pant, Joshi, Upreti et Kotnala, 2012*).

La valorisation des produits en fin de vie constitue une priorité environnementale qui permet d'asseoir une stratégie d'utilisation durable des ressources naturelles et de réduction des émissions polluantes. Elle représente aussi une priorité économique et sociale, puisqu'elle devrait conduire à l'émergence et à la structuration d'une activité industrielle dynamique et créatrice d'emplois à travers la mise en place de filières. Elle permet également de traduire le DEEE en un gisement de matières premières. L'exploitation primaire des mines dans le but d'extraire les métaux précieux nécessaires à la conception d'équipements électriques et électroniques est génératrice de CO<sub>2</sub> et nécessite l'apport de beaucoup d'énergie. Sous cet angle, la récupération des métaux contenus dans les équipements obsolètes constitue une « exploitation minière » secondaire. En comparaison avec l'extraction de minerais, le recyclage de différents types de métaux des équipements électriques et électroniques (DEEE) est plus simple et nécessite moins d'énergie. En 2011, environ 1,87 millions de tonnes de DEEE importés ont été démantelés dans la ville de Taizhou abritant le plus grand centre de démantèlement des DEEE en Chine, la quantité de cuivre recyclé a été proche de la production de cuivre par an de la plus grande mine de cuivre à ciel ouvert en Asie (*Feng et al., 2013*).

La réutilisation ou réemploi, la récupération et le recyclage transforment les déchets en un gisement de matières premières. Le recyclage des ressources précieuses des déchets électroniques a un objectif d'économie d'énergie (à l'aide de matériaux recyclés au lieu de

matériaux vierges, les résultats montrent des économies d'énergie significatives) (Kong *et al.*, 2012). En outre, l'étape ultime du recyclage présente principalement trois intérêts:

- la réduction des quantités de déchets à éliminer par d'autres voies (sans recyclage, le produit ou matériau en question aurait abouti en décharge, ou dans une unité de traitement des déchets) ;
- la faible utilisation de matières premières vierges pour la fabrication du nouveau produit, ce qui répond à la préoccupation de ne pas épuiser les ressources naturelles ;
- la facilitation de l'accès des populations aux produits recyclés moins coûteux.

Au vue de tous ces avantages aussi bien sur le plan environnemental que sanitaire, l'option du recyclage doit être encouragée. Pour un environnement durable et la récupération économique de matériel précieux pour la réutilisation, le recyclage efficace des déchets électroniques demeure indispensable, et doit toujours être considéré comme un défi majeur pour la société d'aujourd'hui (Tanskanen, 2013). Etant donné que les déchets d'équipements électriques et électroniques sont particulièrement dangereux de par la toxicité de leurs différents composants (voir Tableau 3 relatif aux données toxicologiques des DEEE), une bonne stratégie de gestion et de valorisation est importante. Cela peut aider à intercepter les DEEE avant leur mise en décharge. Laquelle opération peut favoriser la pollution par l'incinération des composants des DEEE (émission de dioxines et de furanes) et la dégradation du paysage par une dissémination des équipements obsolètes dans le milieu.

Les défis liés à la santé et à la sécurité au travail s'imposent surtout aux acteurs de l'économie sociale solidaire faisant de la valorisation artisanale des DEEE une activité lucrative malgré les dangers potentiels. Dans leur espace de travail, ces acteurs évoluent dans la promiscuité avec les dépôts anarchiques de composants divers, sans protection ni équipement adéquat.

## **V.2) Séquestration de carbone à travers la collecte et le recyclage des DEEE**

Dans ce contexte marqué par les changements climatiques, les émissions du Sénégal en termes de gaz à effet de serre sont évaluées à 16891 Gg ECO<sub>2</sub> ; le secteur des déchets

représente 12% de ces émissions et occupe la troisième place derrière les secteurs de l'énergie et de l'agriculture (CSE, 2010).

La production primaire, en l'occurrence l'exploitation minière, la concentration, la fonderie et le raffinage, notamment des métaux précieux et rares, est une activité qui nécessite beaucoup d'énergie et contribue aux changements climatiques du fait des importantes émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). « L'exploitation minière » de nos vieux ordinateurs pour en récupérer les métaux, menée de façon écologiquement rationnelle, ne nécessite qu'une petite quantité d'énergie (Haguliiken et Buchert, 2008) ; par conséquent, émet moins de gaz à effet de serre. A partir d'une projection formulée en utilisant la consommation globale électrique et en divisant par le nombre d'équipements recensés, un rapport de l'ADEME précise qu'un ordinateur a un facteur d'émission de 350 kg équivalent carbone (ADEME, 2007).

La gestion écologiquement rationnelle des DEEE contribue à mettre en place un modèle de développement permettant une croissance durable et la création d'une société caractérisée par un faible niveau d'émission de carbone, tout en adoptant une approche holistique du développement, avec un mode de fonctionnement adapté à la culture et au contexte.

Les meilleures technologies applicables permettent de récupérer au moins 90% des CFC contenus dans les circuits de refroidissement et les mousses isolantes aboutiraient à une bonne gestion de deux à sept tonnes de CO<sub>2</sub> par appareil. Et avec une meilleure utilisation des matières plastiques, les recettes provenant de l'échange de droits d'émissions de CO<sub>2</sub> apporteront beaucoup plus de bénéfices financiers (Secrétariat convention de Bâle, 2012). Par conséquent, pour la collecte et le recyclage des déchets des Equipements Electriques et Electroniques (DEEE), un programme d'activités du Mécanisme de Développement Propre (MDP) articulé autour de la méthodologie MDP AMS-III.BA (Recovery and recycling of materials from E-waste) serait envisageable pour le Sénégal. Dans ce sens, l'Institut des Sciences de l'Environnement et Transcarbon meadel Est Africa ont signé une convention de partenariat en 2014. Celle-ci s'est fixée comme objectif, entre autres :

- de déterminer les conditions d'applicabilité de la méthodologie MDP AMS-III.BA au cas du Sénégal ;
- d'estimer les quantités de DEEE pouvant être collectés au Sénégal, en conformité avec les conditions d'application du MDP;

- de déterminer les options pour la collecte et le recyclage des DEEE ;
- de déterminer la ligne de base du projet (par tonne de DEEE recyclée) ainsi que les émissions du projet (par tonne de DEEE recyclée) ;
- d'estimer les réductions d'émissions et le nombre de crédits carbone pouvant être générés au Sénégal dans le cadre du Programme d'activités.

Le succès des initiatives à entreprendre nécessite un partage d'expériences à travers le partenariat, mais surtout l'engagement et la sensibilisation de tous les acteurs concernés.

## CHAPITRE VI: ENGAGEMENT DES ACTEURS DANS LA GESTION DES DEEE

### VI.1) Collecte par la reprise des DEEE par les distributeurs

La collecte et le tri sélectif des déchets ne sont pas effectifs au Sénégal. Ainsi, la collecte par la reprise des équipements obsolètes par les distributeurs est un pilier important pour la recherche de solution concernant la gestion des déchets. En effet, les acteurs occupent une position stratégique pour jouer un rôle dans la reprise des équipements obsolètes lors de l'achat d'un nouvel équipement par le client. Toutefois, ils ne sont pas très favorables à la reprise des DEEE au Sénégal. Plus de la moitié (soit 51,3%) des distributeurs enquêtés n'acceptent pas que leurs clients leur retournent les déchets des articles en fin de vie. Ils rejettent cette option pour trois raisons : d'abord, ils ne veulent pas prendre le risque de transformer leurs magasins en dépotoirs ; ensuite, ils ne sont pas sûrs de trouver un marché pour le recyclage et enfin, ils ne trouvent pas pour le moment un intérêt financier dans la reprise des DEEE.

Nos résultats montrent que cette acceptation de prendre les DEEE pour faciliter la collecte est différemment appréciée par les acteurs selon les régions. Les distributeurs du lot *Fatick-Kaolack* sont plus favorables à la reprise (91,7%). Dans ces localités, la production des DEEE n'est pas très importante et les activités de recyclage d'arrière-cours s'effectuent dans les maisons et dans les rares ateliers situés au niveau des marchés et quelques lieux publics. Par conséquent, les distributeurs imaginent difficilement toute possibilité d'être encombrés par les DEEE et pensent pouvoir vendre les équipements en fin de vie aux acteurs de la réparation et du recyclage. La préservation de l'environnement n'étant pas à l'origine de cette acceptation d'assurer la reprise des DEEE, le résultat attendu de ces acteurs dans la gestion de ces déchets sera difficilement atteint. Pourtant, la reprise des DEEE serait un pas vers la méthode du « 1 pour 1 » pouvant garantir l'organisation de la filière et la mise en place d'une plateforme de collecte et de gestion des DEEE.

Les faibles niveaux d'acceptation de la reprise des équipements obsolètes sont enregistrés à Dakar, à Thiès et dans le lot *Louga-St Louis-Diourbel*. Cela s'explique par la forte production des DEEE, le développement du commerce de matériels électriques et électroniques et les surfaces très réduites qu'occupent les distributeurs. Pour toutes ces

raisons, les acteurs choisissent de se concentrer librement sur la vente de leurs articles pour éviter d'être dispersés.

**Tableau 14 :** Répartition des distributeurs selon l'acceptation à reprendre les EEE inutilisables

		Oui	Non	TOAL
<b>Régions</b>	Dakar	48,3	51,7	<b>100</b>
	Thiès	29,4	70,6	<b>100</b>
	Louga-St Louis-Diourbel	39,1	60,9	<b>100</b>
	Fatick-Kaolack	91,7	8,3	<b>100</b>
	Kédougou-Kolda-Tambacounda	57,9	42,1	<b>100</b>
	Ziguinchor	70,0	30	<b>100</b>
<b>TOTAL</b>		<b>48,7</b>	<b>51,3</b>	<b>100</b>

Même si les distributeurs acceptent la reprise des DEEE pour faciliter la collecte, cette opération ne se fera à grande échelle que si l'Etat et les ONG s'impliquent. L'initiative entreprise par la Cellule de Solidarité Numérique à travers le reconditionnement des DEEE peut impulser la reprise, les bonnes pratiques et l'organisation de la filière.

## VI.2) financement de la filière par les acteurs

La connaissance des impacts des DEEE sur l'environnement varie selon les régions et détermine dans bien des cas l'engagement des acteurs à participer financièrement à la gestion de ces déchets spéciaux (tableau 15). Selon les résultats de l'étude, l'effet des DEEE sur l'environnement n'est pas bien perçu par les populations sénégalaises. En effet, plus de la moitié des ménages enquêtés (59,4%) affirment n'avoir pas de connaissance sur les conséquences des DEEE (tableau 15). Ainsi, nous pouvons bien imaginer que beaucoup reste à faire à ce niveau. Nous en voulons juste pour preuve les résultats enregistrés dans la capitale du Sénégal, à Dakar où 62,9% des ménages enquêtés ignorent les dangers des DEEE sur l'environnement, alors qu'ils sont susceptibles d'avoir beaucoup plus accès à l'information.

Ces résultats alarmants sur la méconnaissance des risques et dangers liés aux DEEE sur l'environnement prouvent une fois de plus que les populations utilisent les EEE sans se soucier de tout ce que cela engendre comme conséquences sur leur santé et l'environnement.

**Tableau 15 :** Répartition selon la connaissance des ménages de la dégradation de l'environnement par les DEEE et selon la région (en pourcentage)

Connaissance de la dégradation de l'environnement			
Régions	Oui	Non	TOTAL
Dakar	37,1	62,9	100,0
Thiès	55,7	44,3	100,0
Louga	19,7	80,3	100,0
Saint Louis	38,2	61,8	100,0
Diourbel	41,2	58,8	100,0
Fatick	43,1	56,9	100,0
Kaolack	39,0	61,0	100,0
Kolda	20,5	79,5	100,0
Tambacounda	36,7	63,3	100,0
Ziguinchor	60,0	40,0	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>40,6</b>	<b>59,4</b>	<b>100,0</b>

A l'état actuel du niveau des connaissances faibles sur les dangers des DEEE et des volumes de plus en plus importants au Sénégal, il faut aller dans le sens de promouvoir une politique de gestion durable. Ainsi, face aux maigres moyens dont disposent nos Etats pauvres, où le financement de la gestion des ordures ménagères souffre de beaucoup d'insuffisances, le principe du pollueur payeur s'annonce comme un moyen efficace de gestion des DEEE. C'est à cet effet que nous avons consulté les populations pour évaluer leur consentement à payer pour une gestion durable et efficace des DEEE.

### **V.2.1) Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter le coût de traitement des DEEE**

La gestion des DEEE à un coût. En effet, en plus de la collecte et du transport, il y a surtout le traitement qui n'est pas une chose simple. L'évaluation du consentement à payer des ménages pour le traitement des DEEE s'établit comme ainsi résumé dans le tableau 16 suivant.

On observe que 55,4% des enquêtés sont favorables au financement des coûts de traitement des DEEE contre 44,6% qui ne sont pas prêts à payer. L'acceptation à payer pour le traitement des DEEE varie également selon la région, en effet, pour certaines régions comme Kaolack (85%), Thiès (61,7%), Dakar (61,2%) et Louga (50,8%) nous avons noté une plus forte adhésion à l'idée du pollueur payeur.

Cette information sur le consentement à payer donne déjà un début de solution aux décideurs pour instaurer une politique de gestion intégrale des DEEE.

**Tableau 16** : Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter le coût de traitement des DEEE  
(en pourcentage)

Ménages prêts à supporter le coût de traitement des DEEE			
Régions	Oui	Non	TOTAL
Dakar	61,2	38,8	100,0
Thiès	61,7	38,3	100,0
Louga	50,8	49,2	100,0
Saint Louis	42,9	57,1	100,0
Diourbel	13,0	87,0	100,0
Fatick	0,0	100,0	100,0
Kaolack	85,6	14,4	100,0
Kolda	19,2	80,8	100,0
Tambacounda	28,9	71,1	100,0
Ziguinchor	39,2	60,8	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>55,4</b>	<b>44,6</b>	<b>100,0</b>

Pour le financement de la gestion des DEEE, les acteurs s'engagent à des niveaux différents. Même si certains restent disposés à verser une somme minimale forfaitaire qui serait fixée par consensus (« waxalé » en terme wolof), d'autres préconisent que celle-ci soit fixée en terme de pourcentage selon le prix de l'équipement.

### **VI.2.2) Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter le coût de traitement des DEEE équivalent à 5% du prix de l'article**

Pour aller plus loin dans la recherche de solution pour la gestion des DEEE, nous avons estimé qu'un coût de traitement intégré au prix d'achat serait plus facile à collecter. Pour ce faire, nous avons laissé à l'approbation des chefs de ménages et de concessions un coût de traitement égal aux 5% des prix des EEE à l'achat.

Les réponses obtenues pour cette question sont ainsi contenues dans le tableau 17 suivant. La première information générale qu'on peut relever est que 51% des enquêtés sont prêts à supporter ce coût. L'autre information de taille est le non consentement à payer de tous les enquêtés de la région de Tambacounda. La situation observée dans cette région est en grande partie la conséquence d'une absence de gestion des ordures ménagères. Ainsi, les populations pour l'essentiel s'attendent d'abord à une gestion convenable des déchets banals. Cependant, la situation de Tambacounda est contraire à celle des régions de Thiès (76,6%), Louga (71,4%), Saint Louis (57,6%) où plus de la moitié de la population est largement disposée à l'intégration du coût de traitement des DEEE dans le prix d'achat.

**Tableau 17** : Répartition des enquêtés prêts à verser 5% du prix de l'article pour supporter le cout de traitement des DEEE (en pourcentage)

Ménages prêts à supporter le coût de traitement des DEEE si c'est 5% du prix de l'article			
Régions	Oui	Non	TOTAL
Dakar	45,8	54,2	100,0
Thiès	76,6	23,4	100,0
Louga	71,4	28,6	100,0
Saint Louis	57,6	42,4	100,0
Diourbel	33,3	66,7	100,0
Kaolack	25,7	74,3	100,0
Kolda	33,3	66,7	100,0
Tambacounda	0,0	100,0	100,0
Ziguinchor	43,5	56,5	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>51,0</b>	<b>49,0</b>	<b>100,0</b>

Certains ménages semblent être découragés par le coût élevé de la contribution et souhaiteraient, par conséquent, une réduction pour contribuer à une phase test de la gestion.

### VI.2.3) Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter 3% du prix de l'article pour participer au traitement des DEEE

Pour obtenir une plus forte adhésion du maximum de la population, il nous est paru important de proposer des tarifs consensuels. Ainsi, nous avons revu à la baisse notre proposition en faisant varier le coût de traitement des DEEE de 5% à 3%. Cependant, nous notons une plus large adhésion des chefs de ménages et/ou de concessions puisque trois quart des enquêtés soit 77,3% sont favorables à ce nouveau taux. Le tableau 18 suivant est un résumé des réponses en fonction des régions.

**Tableau 18** : Répartition des ménages enquêtés prêts à supporter 3% du prix de l'article pour participer au traitement des DEEE (en pourcentage)

Ménages prêts à supporter le coût de traitement des DEEE si c'est 3% du prix de l'article			
Régions	Oui	Non	TOTAL
Dakar	66,0	34,0	100,0
Thiès	91,5	8,5	100,0
Louga	71,4	28,6	100,0
Saint Louis	77,1	22,9	100,0
Diourbel	66,7	33,3	100,0
Kaolack	80,0	20,0	100,0
Kolda	42,9	57,1	100,0
Tambacounda	0,0	100,0	100,0
Ziguinchor	69,6	30,4	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>77,3</b>	<b>22,7</b>	<b>100,0</b>

La gestion des DEEE nécessite des moyens financiers souvent colossaux dont la contribution des acteurs pourrait difficilement combler au vu de la situation de précarité. A cet effet, la promotion des bonnes pratiques pourrait renforcer les capacités de prendre en charge les DEEE.

### **VI.3) Promotion des bonnes pratiques**

La Cellule de Solidarité Numérique, l'entreprise SetTIC, l'ONG Eau-Vie-Environnement (EVE) et l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar ont diverses initiatives de gestion des DEEE. Du fait qu'ils menaient leurs activités de façon isolée, il n'y a pas encore beaucoup d'efficacité dans la gestion des déchets électroniques. Des protocoles liant ces structures donneraient plus de possibilité de mutualisation des efforts et de partage d'expériences et inciteraient les distributeurs à plus d'engagement dans la vente et la reprise des matériels obsolètes.

Les résultats relatifs au consentement des **distributeurs** à vendre des produits neufs pour lutter contre la dégradation de l'environnement montrent que l'écrasante majorité des acteurs en sont favorables. En effet, la proportion des distributeurs qui sont prêts à vendre des produits neufs pour lutter contre la dégradation de l'environnement est supérieure à 80%. Faudrait-il souligner aussi que la possibilité d'intégrer le prix du traitement des équipements à l'achat n'a pas été abordée avec les distributeurs. Leur adhésion à cette méthode de financement de la gestion des DEEE par le consommateur pourrait faciliter davantage la récupération des DEEE venant de leurs clients pour leur traitement. Cette option ne saurait donner de résultats attendus que s'il y a une organisation de la filière, comme dans certains pays d'Europe, qui facilitera l'accès à la taxe d'élimination anticipée destinée au traitement de certains équipements.

L'encadrement de la gestion des DEEE dépend de la provenance des équipements et de leur état à l'achat. L'acquisition d'équipements électriques et électroniques par les **utilisateurs professionnels** se fait à 80,7% sur le marché local. Les produits apportés d'autres pays directement par les émigrés ou les utilisateurs représentent 19,3%. A l'achat, 54,3% des équipements sont acquis à l'état neuf.

Les utilisateurs professionnels enquêtés s'engagent à jouer un rôle dans la prévention des dangers des DEEE par le biais de l'achat d'équipements neufs (77,8%), de la sensibilisation (13,9%), et de la participation financière pour appuyer les initiatives de prise en charge des dits déchets (16,5%). Ce résultat est corroboré par l'engagement de 86,4% d'entreprises à prendre des initiatives pour financer la recherche sur la problématique de la prise en charge des DEEE (tableau 19).

**Tableau 19** : Pourcentages des utilisateurs professionnels selon l'action qu'ils sont prêts à mener pour la prévention du danger lié aux DEEE

Acteurs	Achat de matériels neufs en %	Participation Financière en %	Sensibilisation en %
Administration	58,1	20,9	30,2
Société privée	80,0	13,3	16,7
Lycée/école de formation	84,0	20,0	80,0
Cyber	78,6	17,9	10,7
Autres particuliers	100	0,0	0,0
Autres	83,3	16,7	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>77,8</b>	<b>16,5</b>	<b>13,9</b>

NB: Tableau à réponses multiples: la somme des % en ligne peut dépasser 100%

A l'échelle des **ménages**, relativement à l'état de l'article au moment de l'achat, dans toutes les régions, au moins 60% des acteurs affirment acquérir les dits articles à l'état neuf. Toutefois, si les DEEE sont produits, 64,9% des ménages choisissent l'option de les jeter contre 35,1% qui déclarent, entre autres, les conserver, les offrir ou les revendre, selon l'état d'obsolescence du matériel.

Au Sénégal, les ménages, dans leur écrasante majorité, bénéficient du système de collecte des déchets mis en place soit par l'Etat à travers ses structures déconcentrées ou décentralisées, soit par des opérateurs privés. La collecte non sélective des déchets occasionne une présence massive des DEEE dans nos dépotoirs et nos décharges. Pourtant, 55,40% des ménages déclarent être prêts à prendre en charge la collecte des DEEE. Quant à leur contribution au financement de la gestion des DEEE, leur réponse reste controversée.

Etant donné que l'organisation de la filière passe par l'harmonisation des actions pouvant nécessiter le regroupement des acteurs du processus dans un cadre de coordination selon leur niveau d'intervention, l'avis de tous les maillons de la chaîne est déterminant. Sous cet angle, 74,4% des **recycleurs** sont favorables à l'organisation de la filière, contre 9,3% et 16,3% qui, respectivement, sont peu favorables et ne répondent pas à la question. Les recycleurs dans leur écrasante majorité (90,2%) souhaitent l'intervention de l'Etat dans

l'activité de recyclage contre 9,8% qui ne sont pas favorables à cette intervention. Ces derniers préfèrent une autonomie pour ne pas se soumettre à des règles strictes que pourrait instaurer l'Etat en organisant le secteur. Par conséquent, ils souhaitent travailler avec les acteurs du secteur informel comme les **réparateurs** et surtout les **récupérateurs**. Ces deux groupes d'acteurs sont favorables à l'organisation de la filière pourvu que leur reconversion et leur sécurité soient assurées.

Compte tenu du niveau d'engagement qui diffère d'un acteur à un autre et selon les localités, la gestion des DEEE souffre de beaucoup de contraintes aussi bien au niveau institutionnel, technique que réglementaire.

### ***Conclusion partielle***

La production importante de DEEE est favorisée par des facteurs divers tels que le progrès dans le secteur des Technologie de l'Information et de la Communication, les initiatives de lutte contre la fracture numérique, l'obsolescence rapide des équipements électriques et électroniques.

La typologie des DEEE au Sénégal montre une diversité aussi bien sur la quantité que sur la qualité. Devant ces flots importants de produits en fin de vie générés, beaucoup d'acteurs se mobilisent. Des distributeurs aux récupérateurs et recycleurs en passant par les utilisateurs et les réparateurs, des composants des DEEE sont produits. Une activité informelle se développe autour de la gestion de ce type de déchets.

Suivant un circuit complexe, désarticulé et non organisé au niveau des étapes de la distribution, de l'utilisation, de la valorisation, de l'élimination et de la mise en décharge, les DEEE transitent d'un acteur à un autre. Cela montre l'inexistence d'une filière de leur gestion. Les initiatives se dessinent de façon isolée et se présentent en de petites échelles. Au-delà de l'absence de coordination entre les acteurs, l'étude montre un manque de collaboration entre les institutions intervenant dans la gestion des DEEE.

Par ailleurs, les résultats montrent que les enjeux environnementaux de la gestion des DEEE ne sont pas bien connus des acteurs. Par conséquent, certains s'engagent à promouvoir de bonnes pratiques (la reprise du DEEE et la vente d'équipements neufs) en matière de gestion de ces déchets pour des raisons plus économiques qu'environnementales. Eu égard

aux connaissances limitées en matière de gestion des déchets, notamment des DEEE, la lutte contre la fracture numérique engagée par le Sénégal ne peut produire les résultats attendus sans le transfert de compétences, de ressources financières et matérielles.

Le traitement artisanal des DEEE ne saurait prospérer au vue de leur complexité. Jusque-là, le secteur informel domine toutes les initiatives de gestion des DEEE. Les méthodes comme le stockage, l'incinération et la mise en décharge sont les sorts réservés aux DEEE malgré la toxicité avérée des composants de ces déchets. La mise en place d'unités de recyclage est une solution appropriée qui mettrait un terme au développement du secteur informel de recyclage des DEEE et, par conséquent, réduirait l'exposition de la population aux impacts de ces déchets dangereux.

Le projet «e-déchets» de la Cellule de Solidarité Numérique montre bien les enjeux socio-économiques et environnementaux des DEEE. La création d'emplois, l'insertion sociale, la formation, la création de richesses et la préservation de l'environnement sont autant d'enjeux appréciables à travers ce projet. Toutefois, les actions de la cellule qui ne gèrent que les DEEE résultant de ses activités d'installation de salles multimédias sont limitées. La solution est comprise dans la mesure, où depuis 2013, elle s'est ouverte à des institutions pour une collecte à grande échelle des DEEE en vue d'un recyclage. Dans le sens de la conjugaison des efforts, le partenariat entre l'Agence de l'Informatique de l'Etat et l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) est un modèle de collaboration entre l'Etat et les institutions de recherche en matière de gestion des DEEE.

La production des DEEE alourdit le fardeau de la gestion des déchets solides. L'ineffectivité de la collecte sélective des déchets au Sénégal et le développement du secteur informel dans ce domaine interpellent tous les acteurs et placent chacun devant ces responsabilités pour l'organisation de la filière, la gestion et la valorisation des DEEE. L'engagement de tous et de chacun est alors déterminant pour transformer les contraintes liées à ces déchets en opportunités.

# **TROISIÈME PARTIE: ANALYSE DES CONTRAINTE ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS POUR LA GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES DEEE**

Dans cette partie, une discussion est menée autour des contraintes liées à l'instabilité institutionnelle et à l'inefficacité et l'ineffectivité des textes internationaux et nationaux concernant la gestion des DEEE. L'analyse des stratégies actuelles de gestion et de valorisation des DEEE effectuée dans cette partie du travail a permis de relever des contraintes techniques dans les activités du secteur informel et dans les initiatives de la Cellule de Solidarité Numérique (CSN).

Sont traitées dans cette partie, les contributions attendues des acteurs pour la gouvernance des DEEE. Les parties prenantes étant les décideurs, les organismes de développement, les producteurs d'EEE, les distributeurs, les utilisateurs et les acteurs de l'économie sociale solidaire. Chaque acteur, selon son niveau d'intervention, doit collaborer à travers des méthodes clairement définies pour l'organisation de la filière. Celle-ci passe par l'organisation du système de collecte, de transport, de stockage et l'élimination ou la valorisation.

La valorisation nécessitant une technologie pointue, des phases importantes de cette opération sont traitées dans cette partie du travail. Compte tenu des enjeux toxicologiques, socio-économiques et environnementaux des composants des DEEE, ce chapitre présente les phases analytiques et opérationnelles de dépollution, de démantèlement, du tri des composants et des techniques de recyclage et de valorisation.

Les propositions faites au niveau de cette partie du travail nécessitent une appropriation pour leur application. A cet effet, un programme de sensibilisation est préconisé à la fin du chapitre.

## **CHAPITRE I : ANALYSE DES CONTRAINTES DANS LA GESTION DES DEEE**

Le Sénégal rencontre beaucoup de difficultés en termes de gestion des DEEE. L'État ayant opté pour une politique de réduction de la fracture numérique, le défi majeur c'est de pouvoir gérer la quantité de déchets produits tout en sachant que le flux va continuellement augmenter. Le flux des équipements électroniques entrant au Sénégal n'est pas bien connu. Le manque de données fiables constitue un défi pour les décideurs politiques qui souhaitent élaborer une stratégie de gestion des déchets électroniques et pour les promoteurs qui souhaitent prendre des décisions d'investissement rationnelles (*Widmer et al., 2005*). En se limitant aux simples déclarations des services de contrôle en charge des importations, la quantification des DEEE peut présenter beaucoup d'écarts. Divers paramètres, entre autres, les échanges commerciaux dans la sous-région approuvés par l'UEMOA, les difficultés du contrôle exhaustif des importations liés à un système peu performant et à la porosité de nos frontières, peuvent influencer sur les estimations de la quantité d'équipements entrant au Sénégal et par conséquent des DEEE. Les écarts sur les estimations officielles des équipements sont d'autant plus importants que du matériel importé franchit le cordon douanier sans être déclaré. Une étude de ENDA, révèle que de plusieurs conversations avec des personnes qui ont une bonne connaissance du milieu, il en ressort que le matériel informatique non déclaré représenterait entre 30 à 60 % des tonnages officiels (*ENDA, 2006*).

L'inquiétude sur les impacts des DEEE est de plus en plus partagée, mais les efforts sont encore timides et restent sous le monopole du secteur informel. Ainsi, le rôle de la Cellule de Solidarité Numérique, en tant que service de l'Etat, est de faire les premiers pas dans la mise en œuvre d'unités de recyclage, parallèlement à ses projets de reconditionnement et d'installation de salles multimédias en plein succès. Avec son projet pilote « e-déchets », la cellule tente de prendre en charge la gestion et la valorisation des DEEE en s'appuyant sur les points forts et l'expérience de ces partenaires potentiels que sont Axa assurance France et la ville de Besançon, etc. Mais, toutes ces initiatives butent sur des contraintes techniques, financières, législatives et institutionnelles qui altèrent, de façon directe ou indirecte, le succès de la politique de gestion des déchets en général et des DEEE en particulier.

## **I.1) Instabilité institutionnelle**

Le secteur de la gestion des déchets souffre d'une instabilité institutionnelle. En plus de l'émergence de nouvelles structures, l'on enregistre souvent la publication de décrets de suppression de structures ou modifiant l'attribution des compétences de la gestion des déchets. Ainsi, la Société pour la Propreté du Sénégal (SOPROSEN) a été créée suite à la dissolution de l'Agence pour la Propreté du Sénégal (APROSEN) en 2012. Cette instabilité est observée dans la tutelle institutionnelle de l'APROSEN dont la dépendance a relevé alternativement des ministères chargés de l'environnement ; du cadre de vie ; de l'hygiène et des collectivités locales.

L'Unité de Coordination et de Gestion des déchets solides (UCG) a été créé pour assurer la phase de transition jusqu'à l'opérationnalisation de la SOPROSEN. Cependant, cette société n'a pas connu de succès. Le Programme national de Gestion des Déchets (PNGD) est alors créé en 2013 et placé sous la tutelle du Ministère de la Gouvernance locale, du Développement et de l'Aménagement des Territoires (MGLDAT). Avec un financement de 17,5 milliards, le PNGD compte générer 5 000 emplois et permettra d'asseoir une gestion des déchets à travers la mise en place de déchèteries et de Centre d'Enfouissement Technique (CET). Toutefois, il a vu la naissance d'un projet aux objectifs similaires dénommés Programme de Gestion des déchets Municipaux Dangereux et des Polluants Organiques Persistants Non Intentionnel piloté par la DEEC. Ces initiatives aux objectifs communs, avec des décideurs différents, posent l'absence de coordination du fait des rôles et responsabilités des différents acteurs qui ne sont pas clairement définis.

A cela s'ajoute la grève récurrente des travailleurs du nettoyage. Ces mouvements d'humeurs qui découlent souvent du non paiement des salaires des agents mettent nos villes dans un état criard d'insalubrité. Malgré la subvention de 12,6 milliards de l'Etat destinée à la gestion des déchets dans la capitale sénégalaise, celle-ci demeure insalubre et peine à être débarrassée de ses 1700 tonnes de déchets générés par jour.

Les risques environnementaux liés aux méthodes de traitement ou à la nature du déchet, les réticences des populations et les craintes parfois justifiées, parfois irrationnelles, des particuliers qui voient les unités de traitement s'installer dans leur voisinage, limitent encore souvent le développement de filières qui pourraient devenir des maillons essentiels dans le domaine des déchets. La prise de décision dans le domaine de la gestion des déchets solides urbains demeure quasi-exclusivement l'affaire des pouvoirs publics, centraux ou

locaux. Les usagers, les acteurs privés formels comme informels, les associations et ONG, les chercheurs, sont tenus éloignés des sphères d'analyses et de décision. Cette situation contraste avec la panoplie d'acteurs non gouvernementaux qui agissent sur le terrain des déchets solides (Cissé, 2007).

Dans la capitale sénégalaise, la gestion des déchets a été tantôt confiée aux départements ministériels (environnement, cadre de vie, collectivités locales), tantôt à l'Entente CADAK/CAR (Communauté des Agglomération de Dakar et la Communauté des Agglomérations de Rufisque). L'Etat a attribué entièrement la gestion des déchets aux collectivités locales dans la région de Dakar. L'entente CADAK/CAR dont le Directeur Général était nommé par décret a assuré jusqu'en 2015 le service sur tout le territoire de la région de Dakar. Le Maire de Dakar était le Président de l'Entente CADAK/CAR.

Le mois d'octobre 2015 a été rythmé par un bras de fer entre l'entente CADAK/CAR et le Ministère chargé de la gouvernance locale qui a décidé d'attribuer la gestion des déchets à Dakar à l'Unité de Coordination de la Gestion des Déchets (UCG) qui n'intervenait que dans les régions de l'intérieur du pays.

Vu les contraintes pour atteindre les objectifs de salubrité de nos villes, les ONG, les OCB et diverses structures publiques et privées de nettoyage s'activent pour venir en appoint aux efforts consentis par l'Etat et ses structures déconcentrées et décentralisées. Toutefois, l'absence d'une institution chargée à grande échelle de la gestion des DEEE encourage des initiatives sectorielles et informelles. Le secteur informel s'occupe jusque-là de la gestion des DEEE dont la dangerosité ne souffre d'aucune contestation. Les DEEE ne sont pas pris en charges de façon particulière lors du ramassage des déchets. Cette situation est liée au fait que les conventions auxquelles le Sénégal a souscrit de même que les textes souffrent de beaucoup de lacunes en termes d'application.

## **I.2) Inefficacité et ineffectivité des textes applicables à la gestion des DEEE**

### **I.2.1) Conventions internationales**

Les conventions internationales en matière de gestion des DEEE sont les textes de référence du fait que la problématique ne peut être traitée de façon sectorielle dans chaque pays. Les coopérations, les partenariats et la circulation des personnes et des biens imposent une réflexion globale pour la prise en charge des DEEE. Les lacunes des traités internationaux se fondent sur les considérations suivantes :

- les Conventions ne sont pas actualisées au rythme des nouvelles exigences ;
- les Conférences des Parties liées aux Conventions n'ont pas abordées les DEEE ;
- la Conférence des Parties de la Convention de Bamako ne s'est réunie qu'une seule fois ;
- la Conférence des Parties de la Convention de Bâle se réunit tous les 3 ans.

L'inefficacité et l'ineffectivité des conventions internationales présentent des répercussions quant à l'application des textes nationaux dont certaines dispositions résultent de la transposition de certaines exigences des traités internationaux.

### **I.2.2) Textes Nationaux**

Dans certains pays en développement, les difficultés dans le secteur du recyclage et de l'élimination des déchets sont amplifiées par un manque de réglementation et/ou leur application laxiste (*Widmer et al., 2005*). Le manque d'efficacité du dispositif de contrôle des importations d'équipements électriques et électroniques au niveau des frontières facilite le transit des équipements des autres continents vers les pays de l'Afrique. En effet, les libres échanges dans l'espace UEMOA encouragent les flux de matériels dans les pays d'Afrique de l'Ouest et confortent la porosité de nos frontières.

Les services des douanes ne font pas la différence entre les équipements neufs et ceux de seconde main. Et parallèlement, une quantité importante d'équipements électriques et électroniques franchit le cordon douanier sans être repérée. Cela est facilité par le manque de rigueur dans l'application des réglementations internationales relatives au mouvement des déchets et particulièrement des déchets dangereux. Au niveau des services des douanes, il n'y a aucune information sur la qualité et l'âge du matériel à l'importation. Cet état de fait constitue un problème pour la disponibilité de statistiques fiables sur les gisements d'équipements neufs, de secondes main et désuets. Tout cela corrobore le manque de sensibilisation et d'information sur les DEEE.

Au niveau national, il n'existe pas une législation spécifique au DEEE. Malgré la pertinence des textes régissant la gestion de l'environnement, nous enregistrons des problèmes liés au manque d'application de certaines lois, au déficit d'information des populations par rapport aux textes réglementaires ainsi qu'au manque de contrôle strict et d'application des sanctions. De façon plus précise, au niveau national :

- il n'y a pas encore de politique spécifique efficace et de textes spécifiques sur les DEEE. La problématique des DEEE reste noyée par les défis de la gestion du flot de déchets municipaux;
- les DEEE ne sont pas pris en compte dans la caractérisation des déchets de 1974 et les résultats du travail d'actualisation effectué par l'UCG ne sont pas bien vulgarisés ;
- le Plan de Gestion des déchets dangereux de 1999 a omis les DEEE et n'a pas été révisé dans ce sens ;
- les visions et les lois de notre pays ne sont pas bien harmonisées avec les textes des pays du Nord pour statuer sur les deux flux en circulation (les ordinateurs donnés et pouvant encore servir et les ordinateurs obsolètes devant être recyclés) afin de suivre les taxes payées à l'avance en Europe pour l'enlèvement des équipements en fin de vie.
- l'information relative aux DEEE devant être traitée et vulgarisée est peu accessible pour les acteurs évoluant au Sénégal ;
- les agréments ne sont pas réellement appliqués, c'est pourquoi la DEEC ne peut assurer le contrôle et ne détient pas d'informations sur la collecte des DEEE ;
- l'assiette de la Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères (TEOM) est non maîtrisée et son recouvrement est déficient.

Tous ces impairs se répercutent sur les pratiques, l'implication des acteurs dans la gestion des DEEE et l'application des décisions des pouvoirs politiques.

### **I.3) Faible niveau technique dans la gestion des DEEE**

L'absence de données statistiques, d'une filière organisée et d'un dispositif performant de collecte, de transport et de traitement des DEEE sape considérablement les efforts de prise en charge. A l'échelle nationale, le gisement exploitable n'est pas estimé et un système de collecte différenciée n'est pas mis en œuvre. Les efforts développés par les acteurs demeurent presque sectoriels, inefficients et ne bénéficient d'aucune politique incitative à travers une subvention et/ou un accompagnement des efforts de gestion et de valorisation des DEEE.

Les avantages du secteur sont difficilement appréciables à cause d'un manque de données statistiques sur l'activité. Pourtant, la présence de métaux précieux dans les équipements électriques et électroniques justifie l'intérêt économique de s'investir dans la valorisation des DEEE. Toutefois, le travail dans la gestion des DEEE requiert des précautions, car ils renferment des composants toxiques qui portent atteinte à l'environnement

et la santé. L'absence d'un système organisé de gestion et de valorisation des déchets en cohérence avec l'accroissement de la population et de la production de plus en plus importante de déchets installe les conditions d'insalubrité au Sénégal. Les problèmes de santé publique et d'environnement sont exacerbés par le mélange des DEEE avec les autres déchets ménagers.

Du fait que la préservation de l'environnement et particulièrement la lutte contre l'insalubrité doit résulter d'un effort collectif de tous les acteurs, le manque de conscience citoyenne et la faible participation de la population à l'effort de salubrité constituent un handicap pour toute activité. Par ailleurs, la participation à la collecte des déchets demeure un problème social qui voit attribuer aux acteurs du nettoyage le statut de « personne bas de gamme ».

Les quantités des déchets d'équipements électriques et électroniques sont négligeables comparés aux ordures ménagères collectées. Par conséquent, ils ne sont pas pris en compte de façon spécifique dans les initiatives de gestion des déchets au niveau des municipalités. Dans chaque municipalité, il existe un service spécialisé chargé du problème des déchets. Ce volet est généralement pris en charge par le service chargé de la voirie dans les villes. Faute d'équipements et d'infrastructures de traitement des déchets, ils sont souvent brûlés en partie à la sortie des villes ou enterrés dans des sites non aménagés.

Compte tenu de leurs faibles ressources, les communes ne disposent pas de moyens pour traiter séparément les DEEE. L'absence de site aux normes pour la gestion des déchets au Sénégal fait que les activités sont restées informelles et non planifiées.

L'un des problèmes majeurs rencontrés dans la gestion des équipements en fin de vie est le stockage anarchique adopté à grande échelle dans les services administratifs et les ménages. Différents utilisateurs tels que les sociétés privées (locales ou internationales), les cybercafés, les administrations, les ONG, les universités, etc. conscients ou non des impacts des déchets dangereux, stockent un maximum de DEEE afin d'éviter leur mise en décharge. Des DEEE sont également stockés dans les entreprises pour servir de moyen de vérification pour les structures mères qui procèdent au renouvellement du matériel obsolète dans leurs directions subordonnées. Dans le processus d'élimination, ces utilisateurs seraient probablement tout à fait prêts à mettre leur matériel désuet à la disposition d'une filière de récupération, si elle existait. L'espoir de tirer profit éventuellement de certains équipements hors d'usage fait qu'aujourd'hui beaucoup d'équipements défectueux sont stockés dans les ateliers de réparation. Ces stocks de DEEE sont confinés dans les locaux qui n'étaient guère destinés à

servir de magasins de déchets. S'en débarrasser convenablement constitue un lourd fardeau pour ces utilisateurs qui n'ont pas encore les moyens techniques requis.

Relativement aux méthodes de gestions actuelles des DEEE, des effets indésirables sont produits. Les plus exposés sont les acteurs de la valorisation qui entrent en contact direct avec les déchets sans protection, ni formation préalable. Durant nos enquêtes, les méthodes de travail des acteurs nous ont toujours impressionnés. Les volumes horaires de travail qui dépassent 8 heures de temps dans la plupart des cas, peuvent occasionner des troubles musculaires ou des articulations du fait de leurs positions souvent non adéquates. Ce temps assez long que passent les acteurs de la valorisation des DEEE dans les ateliers peut augmenter la durée de l'exposition aux composants toxiques des DEEE. Dans ces conditions où la promiscuité avec les déchets est vécue au quotidien, respirer peut devenir dangereux pour la santé. Le travail manuel auquel s'adonnent ces acteurs est lourd de conséquences sur leur santé et sur l'environnement. Cependant, même si certains acteurs sont conscients de leurs expositions aux risques liés aux agents toxiques, d'autres soutiennent qu'il n'y a aucun risque lié à leur métier. Les risques majeurs évoqués par les acteurs sont entre autres la fatigue, l'électrocution, les blessures, et quelques maladies comme le tétanos et les infections pulmonaires.

L'initiative opérationnelle au sujet de la gestion des DEEE prise par l'Etat du Sénégal est la création de la CSN et la mise en œuvre du projet « e-déchets ». Cependant, le dispositif de gestion des DEEE de la CSN est peu performant du fait des lacunes qu'il présente aussi bien sur le plan technique que sur le plan environnemental. La filière pilote e-déchets ne concernait jusqu'en 2013 que les déchets des ordinateurs en panne provenant des Salles Multimédias ou reçus des partenaires à l'état de déchets. Les locaux sont exigus ce qui peut faciliter l'encombrement dans les salles et, par voie de conséquence, la promiscuité. Le matériel disposé reste insuffisant pour assurer avec rigueur toutes les exigences que requiert la manutention des DEEE. Les compétences techniques des employés évoluant dans le démantèlement des ordinateurs restent limitées. Lors de la séparation des composants, des parties jugées dangereuses telles que les cartes mères et les écrans sont abandonnées, faute d'expertise et de moyens techniques pour l'extraction des composants qu'elles renferment. Ces contraintes logistiques font que le processus n'intègre pas toutes les étapes de la gestion des DEEE, mais seulement le démantèlement et le stockage.

Compte tenu de la tendance évolutive des quantités d'écrans ainsi que des autres composants toxiques qui se juxtaposent dans les locaux de la Cellule, le recyclage et la valorisation s'imposent. Malheureusement, ces étapes de la prise en charge des DEEE ne sont pas effectives. Cela pose des problèmes environnementaux sur le site de la Cellule et ses environs.

L'analyse du système de gestion actuel des DEEE de la Cellule de Solidarité Numérique présente quelques contres performances. Toutes les précautions que requiert la gestion des DEEE ne sont pas respectées.

A l'arrivée, les ordinateurs sont dépoussiérés soit:

- par un nettoyage manuel à l'air libre, en dehors de la salle de reconditionnement, avec l'usage d'éponge, de détergents, de souffleur, de pinces ;
- par le biais d'une machine appelée « dépoussiéreuse » qui permet de nettoyer les ordinateurs à tour de rôle.

Ces deux options présentent des dangers pour la santé des travailleurs, car pouvant favoriser la dissémination des poussières contaminées qui se déposent au fil du temps dans le matériel. L'utilisation de la « dépoussiéreuse » semble être plus adéquate, mais n'est pas exempte de danger. Car les composants des ordinateurs sont introduits à tour de rôle dans l'appareil installé à l'intérieur de la salle de reconditionnement ; lorsqu'on l'ouvre pour retirer celui déjà traité afin d'introduire le suivant, les poussières s'échappent et polluent la salle.

Dans le système actuel de la Cellule de Solidarité Numérique, les machines sont dépoussiérées, mais la phase de dépollution n'est pas effective. En saison sèche comme en saison des pluies, le dispositif de stockage des DEEE n'a pas connu d'amélioration à la Cellule de Solidarité Numérique (*Photos 4 et 5*). Cette quantité de déchets exposée à l'aire libre et sur le sol nu présente un danger réel pour l'environnement et la nappe phréatique. Sous l'influence de la pluie, les composants dangereux des DEEE peuvent se lessiver et s'infiltrer dans le sol. La toxicité des composants chimiques des dits déchets peut augmenter à cause des réactions métaboliques. Par exemple, le mercure se transforme, en présence d'eau, en méthyl-mercure fortement toxique.

La quantité des DEEE entreposée à la CSN a augmenté visiblement avec également une diversification des composants. Le stockage anarchique des DEEE à proximité du magasin de stockage expose les agents de la cellule et ses environs, particulièrement l'Inspection

d'Académie de Dakar (IA) et le lycée John Fitzgerald Kennedy se trouvant à moins de 10 mètres de l'entrepôt anarchique (photos 4 et 5).



**Photo 4** : Cellule de Solidarité Numérique, DEEE à côté du lycée Kennedy (bâtiment blanc à 10 mètres derrière), (Dieng, 2010)



**Photo 5** : Cellule de Solidarité Numérique, mélange de divers composants des DEEE jetés dans les herbes, (Dieng, 2011)

La présence d'herbes et d'arbustes dans le lieu de dépôt des déchets est source de danger. Si un incendie se déclenche, le feu atteindra vite les DEEE, ce qui peut provoquer des explosions et une dissémination des composants toxiques qui mettront en danger la Cellule de Solidarité Numérique et ses environs. Un mauvais traitement de ces herbes et arbustes contaminés peut disséminer les composants toxiques des DEEE qu'ils emmagasinent.

Dans la salle de reconditionnement, les employés du Centre des Handicapés Aux Travail (CHAT) se sont adaptés à leur environnement de travail au point de ne plus respecter rigoureusement le port de leur tenue de travail. Lors de la manutention des équipements, le port des gants, des casques, des lunettes, etc. ne fait plus partie des habitudes. Ces employés s'exposent ainsi aux impacts des composants des équipements électriques et électroniques qui peuvent provoquer de graves maladies et favoriser des coûts additionnels pour la Cellule de Solidarité Numérique.

Les agents retardateurs de flamme halogénés, ainsi que les métaux lourds constituent un danger permanent pour la santé des acteurs entrant en contact sans protection avec ces équipements. Les composants extraits des ordinateurs s'exposent de nouveau aux poussières une fois mis dans les casiers ouverts plaqués sur le mur servant de lieu de stockage. Cette situation ressemble un peu à une peine perdue, car, en voulant utiliser ces composants, il faudra encore les nettoyer.

Un autre point non moins important est le manque d'aération de la salle de reconditionnement et du magasin de stockage. L'air intérieur de la salle de reconditionnement n'est pas renouvelé en permanence. La climatisation peut favoriser continuellement une humidité dans l'enceinte. La dépollution de la salle de reconditionnement ne s'effectue pas de façon régulière ou ne s'effectue même pas alors que les employés se restaurent à l'intérieur et y passe environ 9 heures de temps par jour. Le magasin de stockage, fermé hermétiquement avec des stocks d'ordinateurs qui y sont entreposés depuis des années, présente des risques majeurs.



**Photo 6 :** Cellule de Solidarité Numérique (Ex. SENECLIC), entreposage de matériel à l'air libre (Dieng, 2011)



**Photo 7 :** Cellule de Solidarité Numérique (Ex. SENECLIC), vue intérieure du magasin de stockage (Dieng, 2011)

Le faible niveau technique des acteurs en matière de gestion des DEEE montre les défis à relever pour limiter les impacts négatifs de ces déchets dangereux sur la santé et sur l'environnement. La multiplication des acteurs ainsi que les moyens limités favorisent les pratiques artisanales de gestion des DEEE et une faible coordination des actions. La CSN devra intégrer toutes les contraintes d'ordre institutionnel, législatif et technique pour dérouler ces activités à grande échelle dans la durabilité. Cependant, le projet pilote de gestion des DEEE de la Cellule de Solidarité Numérique a une empreinte très réduite du fait qu'il ne concerne principalement que les déchets résultant des équipements utilisés par la cellule dans le cadre de la lutte contre la fracture numérique.

#### **I.4) Manque d'information et de sensibilisation des acteurs**

La sensibilisation et l'implication des acteurs est un préalable pour le succès de la politique de prise en charge durable et efficace des DEEE. Le manque d'informations

determine la faibles contribution des acteurs. Bien que présentant des dangers relativement bien connus, dans l'ensemble, il y a un manque de données empiriques sur lesquelles on peut se fonder pour évaluer les risques des différentes options de traitement des DEEE sur la santé humaine et l'environnement (*Oyuna et Bengtsson, 2010*). L'ignorance des composants chimiques et des lois qui encadrent ces types de matériel fait qu'il n'y a pas d'initives manifestes des distributeurs concernant la prise en charge des produits vendus dont la vie arrive à terme au niveau des utilisateurs. Cet état de fait laisse entrevoir des pratiques peu orthodoxes de production et de rejet de DEEE.

Les réparateurs de même que les recycleurs soutiennent que les dangers liés aux DEEE résultent de la manipulation des objets tranchant. A ce niveau, nous avons relevé une faible perception des impacts des DEEE sur l'environnement et la santé. Ainsi, les ateliers de réparation deviennent des magasins de stock des DEEE.

## **CHAPITRE II : CONTRIBUTIONS ATTENDUES DES ACTEURS DANS LA GOUVERNANCE DES DEEE**

### **II.1) Décideurs et Organismes de développement**

La gestion écologiquement rationnelle des DEEE nécessite une politique bien élaborée de façon intégrée et participative. Les décideurs occupent une place de remorque pour cette politique. En effet, les Etats signataires de la convention de Bâle doivent veiller scrupuleusement au respect des conventions signées et penser à élaborer des textes internationaux plus contraignants (par exemple : l'amendement de la Convention de Bâle) concernant le commerce des déchets dangereux notamment des DEEE.

Au Sénégal, l'Etat veille sur toutes les importations de matériels électriques et électroniques à travers ces services compétents. Ces importations doivent être réglementées par des textes régissant le type de matériels mis en jeu. Car, un bon cadre juridique et réglementaire rigoureusement appliqué facilite l'encadrement de la gestion des DEEE. L'Etat doit aider à la collecte des informations pour une bonne quantification des DEEE en vue d'une bonne appréciation de la situation.

Eu égard aux impacts réels de ces déchets et à leur croissance rapide, leur gestion doit être une priorité dans les stratégies de prise en charge de l'environnement au Sénégal. Ainsi, des méthodes incitatives peuvent faciliter le respect des textes et leurs appropriations par les acteurs. Pour ce faire, il est important de chercher à établir des critères de classification «écologique» des produits qui seraient récompensés à des échelles de frais variables. Vu l'augmentation des DEEE et les pratiques à risques développées par les acteurs, l'Etat peut s'appuyer sur plusieurs axes stratégiques pour relever les défis liés aux DEEE.

#### **II.1.1) Au plan de la réglementation**

Le coût élevé de l'élimination appropriée conduit à l'envoi de grandes quantités de déchets électroniques en Chine, Inde, Pakistan, Nigeria et d'autres pays en développement. Et dans ces pays, malgré les exigences de la réglementation et des lois nationales sur les déchets dangereux, la plupart des e-déchets sont traités comme les ordures ménagères, souvent par la combustion ou des bains acides, avec récupération de quelques composants de valeur (*Suthipong et Wong, 2012*). Par conséquent, une législation adéquate pour le traitement des

campagnes de collecte des déchets électroniques initiées par les fabricants est considérée comme la clé la plus efficace pour le retour et un taux de recouvrement de la collecte des produits électriques et électroniques en fin de vie (*Tanskanen, 2013*).

Au plan de la législation, la ROH cible le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome hexavalent, et deux retardateurs de flamme ajoutées aux plastiques, les biphenyles polybromés (PBB) et polybromodiphényléthers (PBDE).

Les études de *Suthipong et Ming (2012)* montrent que le Japon a eu des lois de recyclage des appareils ménagers depuis 2001, y compris pour les tubes cathodiques. L'utilisateur final doit payer une cotisation de recyclage, les points de collecte sont installés au niveau des points de vente, et le recyclage est effectué par la société de production. Les frais de recyclage payés par les consommateurs varient de 1800 à 5000 yens (environ 20-55 \$ US), en fonction du type de produit.

Les mêmes études réalisées en Chine précisent qu'en plus de la ratification de la Convention de Bâle, ce pays dispose d'une loi de 2002 interdisant l'importation de déchets dangereux. En 2005, la mesure de gestion pour la prévention de la pollution par les produits électroniques est devenue effective. Il a été appelé ROHS de la Chine, en précisant les limites de matériaux semblables à la directive de l'UE. Une loi sur l'élimination des déchets adoptée en 2009 vise les déchets électroniques de façon spécifique, en précisant le financement des installations de recyclage.

Il serait utile de revisiter ces lois en vigueur dans les pays d'où proviennent des équipements électriques et électroniques utilisés au Sénégal. Même si ces lois sont à caractère national, leur application efficace dans chaque pays aurait des conséquences positives à l'échelle mondiale et constituerait une bonne transposition des dispositions de la convention de Bâle des Nations Unies sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et leur élimination.

Le premier forum mondial sur les déchets électroniques a été organisé en 2006, lors de la 8<sup>ème</sup> réunion de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle qui a conduit à la Déclaration de Nairobi sur la création de solutions innovantes pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets électroniques. Il en ressort la nécessité de promouvoir la sensibilisation du public aux risques ; le développement de la technologie et l'échange d'informations sur les meilleures pratiques de gestion ; et une application plus stricte des

dispositions de la Convention de Bâle, principal instrument mondial pour arrêter le trafic illégal de déchets électroniques et pour guider la gestion sûre de ces déchets (*Basel Convention, 2013*).

La réglementation aux niveaux mondial et local doit être renforcée et appliquée pour garantir que les pays en développement ne soient plus des sites d'évacuation des DEEE des pays développés et de recyclage hors normes. Les structures chargées de la mise en place de la réglementation et du contrôle de son application devront être renforcées pour une meilleure prise en charge des DEEE. Ainsi, les services des douanes devront être plus stricts sur la qualité des équipements importés, conformément à la réglementation. De même, la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) devra s'occuper de façon plus rigoureuse du contrôle des opérations de recyclage des DEEE et des unités installées à cet effet. La définition d'une politique et d'une législation spécifique à la gestion des DEEE devra s'articuler sur certains principes directeurs, notamment :

- la définition consensuelle de la notion de DEEE;
- l'accessibilité des équipements à recycler;
- la mise en place d'une filière et d'infrastructures de gestion des DEEE ;
- la clarification des responsabilités des parties prenantes;
- l'application de la Responsabilité Elargie du Producteur (REP);
- la mise en place de fonds incitatifs par l'Etat ou par les Privé à travers la Responsabilité Sociétale d'Entreprise (RSE);
- le paiement d'une éco-contribution par l'utilisateur (consentement);
- l'adoption de normes, de lois et/ou règlements nationaux spécifiques aux conditions de la gestion des DEEE ;
- l'insertion dans les lois et règlements des perspectives de la recherche scientifique ;
- la réglementation des activités illégales liées à la gestion (collecte, évacuation, traitement, recyclage et élimination) des DEEE jugés dangereux pour la santé humaine et l'environnement ;
- l'insertion dans les lois nationales des attributions et des responsabilités spécifiques des institutions chargées de la gestion et de la valorisation des DEEE ;

- l'encadrement et la définition claire des mécanismes d'importation des EEE et des DEEE ;
- l'initiation de politiques nationales et régionales autour de la gestion des DEEE ;
- la coordination des actions par la mise en place d'un système d'information et d'alerte national et régionale;
- l'initiation de politiques sous régionales, régionales et internationales autour de la question des DEEE. De ce point de vue, il est nécessaire de préparer une directive et/ou un règlement de l'UEMOA compte tenu de la libre circulation des personnes et des biens dans cet espace économique et monétaire.

### **II.1.2) Au plan du partenariat**

Le transfert de technologies et de compétences des pays développés vers les pays en voie de développement en matière de gestion des DEEE bute sur des obstacles :

- aux plans politique et législatif, les contraintes résultent du manque de cadres juridiques spécifiques, de la faible priorité au niveau national sur ce sujet, des législations existantes incompatibles et de la mise en œuvre non-coordonnée de la loi ;
- au niveau des technologies et des compétences, la forte influence du secteur informel, les défaillances au plan logistique, le faible niveau de compétences et le manque de sensibilisation sur les dangers et les normes environnementales constituent les défis à relever;
- au plan socio-économique, les coûts élevés de logistique, le manque de formation et de qualification des acteurs plombent le succès des initiatives dans la gestion des DEEE.

Le partenariat permettra un retour d'expériences, gage d'un système performant de gestion et de valorisation des DEEE au Sénégal. Par exemple, la France et les autres pays européens sont désormais assujettis à la directive 2002/96/CE du parlement européen sur l'élimination des DEEE. Cette directive rend obligatoire la valorisation des DEEE et instaure pour cela le principe de responsabilité élargie du producteur (REP). Ainsi, sont nés des éco-organismes chargés de la collecte et du recyclage (*ERP, Ecologic, Ecosystem et Récyclum* sont les quatre éco-organismes français pour le secteur des D3E et *Recupel* est leur

*homologue en Belgique*). Ils sont financés par l'écotaxe payée par chaque citoyen lors de l'achat d'un produit électronique.

A travers un partenariat Nord-Sud, la cellule de Solidarité Numérique est créée. Ainsi, le même processus pourrait permettre d'implanter des unités de recyclage respectant les normes environnementales au Sénégal par le biais de partenaires ayant une bonne expérience dans la gestion et la valorisation des DEEE. La mise en place de ces unités est une étape fondamentale dans le processus d'organisation de la filière. Celle-ci pour être viable, aura besoin d'une disponibilité de matières premières pouvant être collectées au niveau des distributeurs, des utilisateurs et des acteurs de l'économie sociale solidaire. Cette synergie dont l'Etat sera le moteur va responsabiliser chaque acteur selon son échelle d'intervention dans le système de production et de gestion des DEEE. Toutefois, le succès de cette mission repose sur la sensibilisation de tous les acteurs pour une pleine participation. Les composants dont la valorisation exigera des compétences et du matériel non disponibles à l'échelle locale pourront être exportés au niveau des pays partenaire pour être traités avec une technologie appropriée.

Le partenariat peut permettre l'implication de la société civile dans la sensibilisation sur les risques environnementaux et sanitaires, et la proposition de solutions alternatives et durables garantissant les intérêts des acteurs de l'économie populaires. Afin d'éviter que les DEEE ne soient traités comme de banales ordures et mélangés aux ordures ménagères, des campagnes de sensibilisation par les médias seraient nécessaires. De plus, des séminaires et ateliers impliquant les acteurs à divers niveau seraient un atout. Les actions de sensibilisation et d'information pourraient revêtir différentes formes dont :

- la coordination des actions entre les divers acteurs et entre les pays ;
- l'instauration d'une journée nationale sur la gestion des DEEE ;
- la collecte d'information et la surveillance du système ;
- la mise en place d'un système d'information et d'alerte régionale.

### **II.1.3) Promotion de la recherche-développement sur les DEEE**

La recherche doit concerner les questions sociales, juridiques et techniques sur la problématique des DEEE. En Juin 2006, il y avait plus de 500 articles scientifiques portant sur les déchets électroniques et ses effets sur l'environnement (*Robinson, 2009*). Mais jusque-là,

des pistes de recherches fondamentales se dessinent tant au plan socio-économique que sanitaire et environnemental. Afin de préserver l'environnement et la santé humaine, des études détaillées sont nécessaires, en particulier sur le suivi des voies d'exposition aux différents produits chimiques toxiques qui peuvent affecter les travailleurs et les résidents au niveau des sites de traitement (Wong, 2007). De telles études pourraient cibler les groupes vulnérables que sont les femmes, les nourrissons et les enfants. Du fait des effets cumulés possibles, des données précises sur les émissions de produits chimiques dans l'environnement au niveau des sites de recyclage de e-déchets sont nécessaires afin de soutenir l'évaluation des risques et d'établir des directives spécifiques. Ces données pourraient également être utiles dans la conception des procédés de recyclage pour éviter ou réduire les risques d'engendrer des problèmes de santé au travail lors du recyclage informel.

A ce jour, le développement du secteur informel autour de la gestion et de la valorisation de ces déchets favorise la mise en œuvre de pratiques à haut risque. Des réponses ont été apportées par la recherche et pourraient aider à mettre en place une filière organisée dans la prise en charge des DEEE. L'absence d'une filière DEEE organisée et de mécanismes de gestion de l'environnement dans les pays en voie de développement en général et en Afrique de l'Ouest en particulier sont autant d'éléments qui appellent à la prise en charge des DEEE de façon sérieuse.

Cependant, il est très facile de constater que la problématique mondiale de la gestion des DEEE n'est pas en voie de diminution. Par ailleurs, l'organisation et la structuration des acteurs de l'économie informelle dans la récupération et le recyclage est complexe et oblige à une prise de position commune tant des autorités locales et non gouvernementales que des bailleurs de fonds.

Les recherches pourraient concerner l'exposition professionnelle lors du recyclage des déchets électroniques au Sénégal. Ainsi, l'analyse de sérum ou de plasma d'employés des installations de démontage ou de recyclages pourrait aider à évaluer les risques d'exposition aux composants des DEEE. Des recherches pour estimer la quantité de DEEE qui serait recyclé si tous les producteurs ont été enregistrés (système formel), ainsi que les pertes induites par les producteurs non enregistrés (système informel) sont nécessaires pour mieux préciser les enjeux de l'organisation de la filière de recyclage.

Peu d'études portent sur les avantages et les inconvénients possibles de la réutilisation du matériel à la fin du cycle de vie d'un produit à partir de perspectives économiques,

environnementales et sociales. Des sujets intéressants pour l'enquête pourraient porter sur la distance entre les points de collecte et les installations de recyclage afin d'évaluer la rentabilité. Il est impératif de développer des recherches sur un système qui peut garantir la collecte sélective et le traitement correct des déchets électroniques (*Queirug, Benito et Lannelongue, 2011*).

Pour s'attaquer aux problèmes des DEEE, il est nécessaire de développer des filières de recyclage qui intègrent plus globalement les bénéfices environnementaux et sociaux liés au secteur informel et qui permettraient de stimuler l'entrepreneuriat social. La réutilisation et le recyclage des DEEE sont prometteurs, dans le sens où logiquement les stocks augmenteront de façon continue. Cela permettrait la spécialisation de certains acteurs et l'accès à de nouvelles connaissances.

La recherche sera à la base de la bonne réalisation de toutes les actions. La mise en place de programmes de recherche sur la problématique des DEEE à l'échelle de l'espace UEMOA peut permettre de préconiser des solutions plus globales et harmonisées. En outre, une recherche sur les modalités de prise en charge des produits jugés dangereux ou nocifs pour la santé humaine et l'environnement est nécessaire. Ainsi, un mécanisme de financement peut être préconisé pour la durabilité du système de gestion des DEEE. Il peut être basé sur des subventions et des redevances accordées aux opérateurs du système.

En plaçant la gestion des DEEE dans le cadre d'un programme de sauvegarde de la santé publique et de la préservation de l'environnement, une subvention de l'Etat, à travers une part du budget national accordé à la gestion des déchets, peut être attribuée à leur prise en charge. Celle-ci peut aider les usagers à ne pas supporter entièrement les charges de l'élimination des DEEE qu'ils produisent. Cette contribution de l'Etat peut couvrir :

- le paiement des salaires du personnel ;
- la construction des locaux de base (bâtiments, terrains pour entrepôts, etc.) ;
- les équipements nécessaires pour les opérations de collecte et de traitement des DEEE.

L'évaluation du système actuel doit être un point important de la recherche pour mettre en place un système performant, prenant en compte les performances existant. Il est également nécessaire de mettre en place des appuis techniques appropriés au contexte national, sous régional et même continental.

Pour accompagner l'effort des pouvoirs publics, les producteurs des DEEE doivent contribuer de façon volontaire ou obligatoire selon leur niveau de responsabilité dans le système. Cependant, toute approche technique devra être facilitée par les entreprises de conception des équipements électriques et électroniques.

## **II.2) Producteurs d'EEE**

Une application avec rigueur de la directive européenne pourrait avoir des répercussions positives dans la gestion des DEEE hors de l'espace de l'Union Européenne et particulièrement en Afrique où une bonne partie des équipements finissent leur vie. Cela suppose que les importateurs au même titre que les fabricants connaissent et respectent les dispositions de cette Directive et que les utilisateurs aussi connaissent leurs droits.

Le défi consiste à sensibiliser les producteurs afin de développer le potentiel d'innovation et de passer à des éco-innovations qui entraîneraient la mise en place de modes de consommation et de production responsables et durables. Les producteurs de matériels électroniques doivent s'assurer que leurs produits sont moins coûteux, durables avec des accessoires disponibles et accessibles, et prendre la responsabilité de faciliter le recyclage formel des produits en fin de vie. En effet, ils ont intérêt à modifier la conception de leurs produits afin d'abaisser les coûts de recyclage et d'augmenter leur compétitivité. La concurrence entre les producteurs devrait alors se jouer en faveur de l'éco-conception. Ce concept se fonde sur la substitution d'agents toxiques par des composants moins polluants, mais aussi sur des combinaisons d'éléments pouvant faciliter la réutilisation et le recyclage. La clé du succès en matière de gestion des déchets électroniques est de développer des dispositifs d'éco-conception, bien collecter les déchets électroniques, récupérer et recycler les matériaux par des méthodes sûres, disposer des déchets électroniques par des techniques appropriées, interdire le transfert des appareils électroniques dans les pays en développement, et de sensibiliser sur l'impact des déchets électroniques (*Peeranart, Ravi et Wong, 2013*). Il est important de créer des marchés pour l'écoulement des produits de la réutilisation et du recyclage et d'inciter à la création d'associations et à la mise en place d'installations de recyclage, par des allègements fiscaux et des prêts à faible taux d'intérêt aux petites et moyennes entreprises (*Marcelo, 2012*).

Le rythme que les consommateurs tentent d'adopter pour rester en phase avec les innovations multiples des technologies rend le producteur responsable au premier plan pour une maîtrise de la situation dans laquelle les DEEE nous plongent.

L'inexistence d'écolabel au Sénégal en tant que marque officielle de reconnaissance de la qualité écologique des produits au niveau des entreprises de distribution pose le problème de la gestion des DEEE. L'écolabel offre une double garantie : la qualité d'usage du produit et la limitation de ses impacts sur l'environnement. Il permet de guider le choix des consommateurs tout en encourageant les industriels à améliorer la qualité écologique de leurs produits. La durabilité et la *recyclabilité* doivent être le moteur de la course aux performances. A cet effet, il serait important d'exiger plus de rigueurs dans l'application de la Responsabilité Elargie du Producteur (REP). Ce concept met les producteurs responsables de la gestion de leurs produits et qu'ils doivent supporter finalement les coûts et les charges liés à leur élimination en fin de vie. En théorie, la REP est une incitation pour les producteurs à intégrer les considérations environnementales lors de la conception du produit en leur transférant la responsabilité du traitement en fin de vie. Le cadre réglementaire de la REP répond aux impacts environnementaux générés à tous les points du cycle de vie d'un produit (*Li, Du, Ding et Shi, 2011*). Selon *Widmer et al. (2005)*, la REP est un nouveau paradigme dans la gestion des déchets. La REP est appelée «individuelle» lorsque chaque producteur ne paie que pour le recyclage de ses produits et est appelée «collective» lorsque les producteurs se partagent tous les coûts du recyclage des équipements en fin de vie (*Tanskanen, 2013*).

La plupart des pays développés ont mis en place une législation obligeant les fabricants électroniques et les importateurs la reprise des produits électroniques en fin de vie basée sur le principe de la REP. Aujourd'hui, la mise en œuvre de la REP dans les pays en développement est devenue nécessaire à la lumière du niveau élevé des mouvements transfrontières de déchets électroniques dans ces pays et de l'absence de recyclage et d'élimination adéquate des déchets (*Nnoroma et Osibanjob, 2008*).

Cependant, dans les pays en développement, l'application de la REP pourrait être contrainte par le développement du secteur informel. Par exemple, du fait que la plupart des déchets électroniques en Inde sont recueillis par les récupérateurs informels à un taux de change monétaire beaucoup plus élevé que n'importe quel recycleur formel ne peut concurrencer, la REP modèle de recyclage des déchets électroniques est susceptible d'échouer, car il impose des coûts aux consommateurs (*Maheshwar et Mittal, 2013*). Pour le cas du Sénégal, il serait utile de développer un modèle « d'économie circulaire » à l'image de

la chine pour une prise en charge efficace des DEEE. Celui-ci pourrait prendre en compte les circuits, les réalités socio-économiques et la connaissance de l'environnement.

Selon *Greenpeace (2008)*, la REP, principe fondamental de la directive européenne sur les déchets électroniques, est assumée seulement pour 8,8 % à 12,4% des DEEE produits à l'échelle mondiale ; la quantité de déchets électroniques générée dans les 27 pays de l'Union européenne est estimée à 8,7 millions de tonnes par an et seulement 2,1 millions de tonnes sont collectés et traités, soit 25%. Cette estimation inclut toutes les catégories de DEEE définies par la législation. Les DEEE qui ne sont pas récupérés via les systèmes de collecte, de valorisation et de recyclage communément appelés « flux invisibles » sont constitués des 6,6 millions de tonnes de déchets non traités de l'UE, soit 75% du tonnage total. Ces quantités produites dans l'Union Européenne sont souvent transférées dans les pays pauvres malgré le fait que les 27 pays de l'UE aient ratifié l'amendement de la Convention de Bâle (*Greenpeace, 2008*). Ce flux invisible est de l'ordre de 80% aux USA (*Huisman et al. 2007*).

En Afrique, ce « flux invisibles » est beaucoup plus important que dans les autres continents, du fait de l'inexistence d'un système efficace de collecte, de valorisation ou de recyclage des DEEE. Les quantités de ces déchets ne sont pas maîtrisées et échappent au contrôle des acteurs, de l'importateur au recycleur en passant par le distributeur et l'utilisateur final. L'importance de ce flux pose le problème de la responsabilité des acteurs dans la gestion des DEEE.

En effet, l'une des stratégies majeures pour lutter contre les impacts environnementaux et sanitaires est la promotion de la responsabilité sociétale d'entreprise. Ainsi, dans le processus de partenariat pour la lutte contre la fracture numérique dont l'un des effets collatéraux est l'augmentation des flux de DEEE, chaque acteur devra assumer pleinement son rôle pour garantir la sécurité et le bien-être des populations concernées. Chaque producteur doit être en phase avec le principe du pollueur-payeur. Une politique de REP est caractérisée par le transfert de la responsabilité des municipalités aux consommateurs en incluant les coûts de traitement et d'élimination dans le prix du produit, au regard de ses impacts environnementaux en fin de vie (*Widmer et al., 2005*). Cela peut engendrer une augmentation du prix des équipements selon le type de matériel et sa provenance. *Widmer et al (2005)* montre que pour les 27 États membres de l'Union Européenne, sur six catégories d'EEE étudiées durant six ans, une augmentation des prix des produits variant entre 0,71% et 3,88% est constaté pour chaque équipement, selon la catégorie spécifique des produits ; l'augmentation moyenne du prix est de 2,19%. D'autres études estimaient l'impact de la

directive DEEE à une augmentation du prix des produits de 3% (Marinella et Marini, 2013). Le problème majeur de la REP réside dans la distribution de ce coût additionnel sur le prix à l'échelle mondiale. La REP est un système national et un outil de bonne politique pour résoudre le problème croissant des déchets électroniques (Peeranart, Ravi, Wong, 2013).

De plus en plus fréquent dans les pays industrialisés où sont produits les EEE utilisés au Sénégal, la REP est souvent appliquée aux produits générant des déchets complexes à traiter et qui présentent un fardeau trop lourd à porter pour les collectivités publiques. Au Sénégal, du fait que les équipements électriques et électroniques proviennent pour la majorité d'autres pays, il est difficile de faire appliquer ce principe pour financer la gestion des DEEE. Néanmoins, d'autres pays n'ayant pas d'industries de production des EEE ont résolu ce problème en considérant les **importateurs** comme **producteurs**, les incitant ainsi à adopter la REP. Une concertation sur les modalités de l'application de la REP au Sénégal pourrait être engagée dans une optique d'asseoir une gestion concertée et participative.

La promotion de la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) pourrait permettre de financer la collecte et la filière de gestion et de valorisation des DEEE. Même si une entreprise a été récompensée au Sénégal par un cauris d'or lors de la cérémonie annuelle organisée par le Mouvement des Entreprises du Sénégal (MEDS), le samedi 02 novembre 2013, les initiatives des entreprises sont faiblement senties dans le domaine de la préservation de l'environnement, particulièrement la gestion des déchets. Pourtant, les distributeurs d'équipements électriques et électroniques devraient jouer un rôle très stratégique dans le financement et l'encadrement de la gestion des DEEE. Cela, pour promouvoir l'investissement privé qui viendrait en appoint aux efforts de l'Etat et des autres structures engagées dans la gestion des DEEE. Pour réduire la contribution des producteurs et des consommateurs dans le traitement des équipements en fin de vie, il est pertinent d'allier la REP à la RSE.

### **II.3) Distributeurs/importateurs d'EEE**

Les distributeurs et les importateurs jouent un rôle stratégique pour l'acquisition d'équipements électroniques et informatiques au Sénégal. L'état des équipements distribués influe considérablement sur la nature des DEEE et leur augmentation. Ces acteurs sont donc interpellés sur la qualité des équipements importés et la sensibilisation des clients. Vu

l'absence d'un imposant secteur de fabrication d'équipements électriques et électroniques, et d'unités de traitement des DEEE, les distributeurs sont tenus d'intégrer, au-delà de leur intérêt économique, la préoccupation environnementale. Ainsi, la qualité des équipements doit déterminer leur choix du matériel à importer. En tant qu'intermédiaire entre les fabricants (producteurs) et les utilisateurs, les distributeurs et les importateurs doivent nouer des relations avec les entreprises productrices afin de bénéficier de toutes les actions environnementales qu'elles entreprennent. Dans cette perspective de partenariat, la logistique retour et l'intégration du coût de traitement dans le prix des articles pourront être des solutions durables au problème des DEEE. Cette collaboration avec les producteurs pourrait permettre d'orienter la Taxe d'Enlèvement Anticipées (TEA), déjà payée au fabricant étranger, vers les pays destinataires des équipements pour financer la filière de gestion et de valorisation des DEEE.

De concert avec les pouvoirs publics, la TEA pouvant faire état d'*éco-contribution (participation financière forfaitaire au financement de la gestion du produit en fin de vie)* pourrait être défalqué de la Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA) des produits électriques et électroniques. Cela pourrait aider le consommateur à ne pas verser une contribution supplémentaire. A l'échelle locale, les distributeurs et les importateurs portent l'image des producteurs dont les responsabilités dans la gestion des déchets produits au niveau des utilisateurs sont déterminantes.

#### **II.4) Utilisateurs d'EEE**

Première échelle de production massive des DEEE, les utilisateurs occupent une place stratégique pour la collecte de la quasi-totalité de déchets d'équipements électriques et électroniques. Ils constituent le principal maillon de la chaîne de gestion des DEEE produits et déterminent les actions à mener dans ce sens. Le consommateur-citoyen doit être le moteur de toute action de prise en charge des déchets, car il s'agit bien de changer les habitudes de consommation et de rejets des équipements électriques et électroniques.

Dans le cadre de la gestion des déchets, une Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères (TEOM) est en vigueur au Sénégal. Même si ce système de financement par les producteurs n'a pas permis de régler entièrement la question de l'insalubrité de nos villes, il demeure un effort salutaire et une initiative pour approfondir la réflexion quant à la contribution des

acteurs au système de gestion des DEEE. A défaut d'acquiescer la TEA versée à l'étranger ou de financer la gestion des DEEE par une partie de la TVA, le consommateur devra verser une éco-contribution pour tout achat d'un équipement neuf sur le marché.

Pour répondre à un objectif de transparence et de pédagogie qui permettra à chaque consommateur de savoir clairement ce qu'il paie pour le financement de la filière, cette contribution visible doit être affichée de façon distincte du prix du produit. Elle donnera force aux utilisateurs de restituer le matériel usager aux distributeurs (entreprises mères ou vendeurs) à l'achat d'un autre dit « 1 pour 1 ». La Suisse, par exemple, prélève une taxe de recyclage anticipée lors de l'achat de tout appareil électrique ou électronique neuf, variant entre 0,5 et 1,5 % de la valeur de l'appareil acheté (*Groupe d'EAD, 2003*). Même si cette procédure est en bonne voie dans certains pays de l'occident, telle que la Suisse et la Belgique, elle ne s'applique pas encore aux lots d'équipements neufs importés au Sénégal. Ceci peut être lié à plusieurs faits, notamment :

- au manque d'information de la part des distributeurs que le coût du recyclage de leurs produits a été déjà payé au producteur étranger;
- à des soucis économiques, car le stockage des DEEE et/ou leurs restitutions aux producteurs peut engendrer des dépenses supplémentaires pour les distributeurs liées à la prise en charge.

Cependant, plus de la moitié (62,5%) des distributeurs qui n'ont aucun niveau d'instruction accepteraient de reprendre à leurs clients les équipements en fin de vie. Ce chiffre représente 55% des distributeurs de niveau d'éducation supérieur (*Diop et Thioune, 2014*). La restitution des équipements obsolètes par les utilisateurs aux distributeurs pourrait constituer une solution transitoire à la gestion des DEEE, mais la construction d'unités de recyclage constitue la solution durable. Car ce surcoût du traitement sera inévitablement répercuté sur le prix de vente des produits et au final, ce sont les consommateurs qui subiront les conséquences du financement du système.

Compte tenu des moyens limités, les utilisateurs doivent s'engager dans la mise en place d'un système de collectes individuelles sélectives des déchets pour éviter leurs présences dans les déchets domestiques. De même, ils doivent éviter de promouvoir des activités de bricolage au sein des lieux non indiqués (ménages, espaces publics...). En revanche, ces déchets doivent être transférés dans des sites désignés pour leur gestion. Cela

pourrait être une transition logique vers un système formel de la chaîne de gestion des déchets, avec l'appui des acteurs de l'économie sociale solidaire.

## **II.5) Acteurs de l'économie sociale solidaire**

Les acteurs de ce processus doivent être des porteurs de message pour le succès de toutes les recommandations à faire en matière de gestion des DEEE. Avant la mise en œuvre d'actions concrètes pour un appui à grande échelle à l'endroit des acteurs de la valorisation, ils doivent prendre le minimum de mesures pour leur protection. A cet effet, la protection peut être assurée par des équipements dont les coûts sont à leur porté comme des lunettes, des masques et des gants. La manutention des tubes cathodiques, par exemple, peut aussi comporter un danger. Par conséquent, la protection du visage et du cou est nécessaire. Le port de gants spéciaux, et des bottes antidérapantes ainsi qu'un épais tablier sont obligatoires pour se protéger de certains effets néfastes pouvant résulter de la manipulation des DEEE. Certains équipements de protection au coût très élevé, comme les tabliers, peuvent être acquis par le biais du partenariat et de la subvention de l'Etat. Pour bénéficier d'appuis de façon durable, les acteurs de l'économie sociale solidaire doivent se regrouper en associations ou GIE, avec un petit syndicat. Ainsi, leurs capacités pourront être renforcées à travers des formations et stages pratiques. De la même manière que la question des marchands ambulants est une préoccupation pour le gouvernement du Sénégal, l'organisation du secteur de la valorisation des DEEE pourrait être encadrée si les acteurs coopèrent.

Les acteurs doivent être des partenaires actifs dans toutes les stratégies de prise en charge des DEEE. Sur le plan de l'information, ils doivent contribuer fortement au diagnostic de la situation de leur métier. Les acteurs doivent également s'approprier des propositions faites pour l'amélioration de leurs conditions socio-économiques et s'adapter à une éventuelle reconversion si celle-ci s'impose. Le circuit complexe des DEEE présenté précédemment soutient une coordination de tous les acteurs, avec beaucoup de responsabilités au niveau individuel en vue d'assurer une bonne traçabilité et une gestion écologique rationnelle des DEEE. Cet objectif peut être atteint à travers une bonne organisation de la collecte des DEEE.

## **CHAPITRE III : PROPOSITION D'UN SYSTEME D'ORGANISATION** **DE LA FILIERE DE GESTION DES DEEE**

L'organisation de la filière de gestion et de valorisation des DEEE passe par la mise en place d'un système performant de collecte. Après avoir identifié les acteurs impliqués dans la production des DEEE, les circuits et les contraintes du système de gestion actuelle, il nous revient de proposer des méthodes opérationnelles de collecte pour l'organisation de la filière.

### **III.1) Gisement des DEEE**

Le gisement des DEEE correspond à la quantité d'équipements obsolètes générés pendant une période donnée. Ce gisement varie selon la localisation régionale, la durée de vie du produit, le comportement des consommateurs à l'achat, lors de l'utilisation et de l'élimination de ces équipements (*Marcelo G. et al., 2012*). Le volume des déchets électroniques est en croissance rapide du fait de l'évolution des méthodes des consommateurs et de l'innovation technologique favorisant l'obsolescence rapide et la production d'énormes quantités de déchets (*Peeranart K. et al., 2013*). En Europe, les déchets électroniques augmentent de trois à cinq pour cent par an, soit près de trois fois plus vite que le flux total des déchets (*Kong et al., 2012*). Des pays comme la Chine et l'Inde sont confrontés à une croissance rapide des e-déchets, à la fois, à partir de la production intérieure et des importations illégales (*Widmer et al., 2005*).

Pour un pays donné, le nombre total d'ordinateurs et d'autres équipements électroniques est fortement corrélé avec le PIB, parce que les articles électriques et électroniques sont essentiellement utilisés pour le fonctionnement des services surtout des secteurs primitifs (*Robinson, 2009*). La croissance économique d'un pays se traduira alors par une plus grande production de déchets électroniques.

Partant des informations relatives aux importations, une modélisation de la production des DEEE est nécessaire. Des analyses multi variées basées sur la vente du produit, les stocks et la durée de vie peuvent être menées pour améliorer la qualité des données pour une estimation plus précise (*Wanga, Huisman, Stevels et Baldé, 2013*). Selon la méthode d'EMPA, *Wone et Rôchat (2009)* ont permis de quantifier les DEEE au Sénégal en tenant compte des paramètres suivants :

- **Les flux entrants d'Equipements Electriques et Electroniques (EEE) dans le système ;**

La détermination de la tendance géométrique globale des flux de produits entrant au Sénégal peut servir de référence au niveau de la progression des différents types d'appareils. Suivant cette approche de description de l'évolution des flux d'EEE neufs ou de 2<sup>ème</sup> main, l'équation du graphique sera définie par  $I_i = I_0 (1+x)^i$ , avec  $I_0$ , le premier flux de matériels entrants dans le système à l'année de référence ;  $I_i$ , le flux pour une année  $i$  donnée et  $x$ , la tendance géométrique ou coefficient de progression des flux.

A partir de cette formule, est calculée la tendance de progression géométrique de tous les flux de matériels qui s'exprime selon l'équation  $x = (I_i / I_0)^{1/i} - 1$ . Toutefois, il est important de préciser que tout le matériel entrant au Sénégal n'y est pas utilisés du fait du mouvement de produits entre les Etats. Le flux officiel de matériel entrant peut alors difficilement renseigner sur les quantités d'équipements électriques et électroniques utilisés au Sénégal.

En effet, des quantités frauduleuses échappent au contrôle et par conséquent ne sont pas dénombrées. Ce flux qui échappe au contrôle des services douaniers peut être défini par une variable  $K$ . En tenant compte de ces paramètres susmentionnés, l'équation précédente s'établit comme suit :  $I_i = I_0 (1+x)^i + K_i$ ; avec  $K_i$  représentant le flux qui échappe au contrôle douanier.

Selon Enda (2006), ce flux peut représenter jusqu'à 30% des quantités de matériel officiellement déclarées par les services chargés du contrôle des importations. L'estimation du gisement des DEEE doit tenir compte de ces paramètres pour être plus ou moins acceptable. En partant des flux importés officiellement déclarés, il est difficile d'estimer les quantités des DEEE.

- **La production des DEEE, considérés comme flux sortants en termes d'analyse de flux de matières.**

Au regard des chiffres officiels fournis par les services des douanes et de la durée de vie des équipements, la quantification approximative des déchets produits peut être faite à partir des transferts annuels d'une catégorie d'état vers une autre catégorie d'état plus obsolète. Selon Wone et Rôchat (2009), l'équation de bilan du Flux global annuel (F) des déchets produits à partir des Equipements Electriques et Electroniques (EEE) doit résulter de

l'addition des nouvelles affectations des catégories initiales (neufs, seconde main, récupérés) dont :

- Celles passant des catégories d'état neuf vers le lot des déchets ;
- Celles passant des catégories d'état de seconde main vers le lot des déchets ;
- Celles des catégories des recyclés (pièces et objets) vers les déchets.

A partir de cette hypothèse, l'on peut écrire l'équation de bilan annuel des déchets produits pour l'EEE  $F = F_0 + F_n + F_{sm} + F_r$

F: Flux global annuel ;  $F_0$  : Flux initial ;  $F_n$  : Flux du transfert des catégories des EEE neufs vers les déchets ;  $F_{sm}$  : Flux du transfert des catégories des EEE de seconde main vers les déchets ;  $F_r$  : Flux des catégories de recyclés vers les déchets.

L'équation de transfert d'une catégorie à une autre ou vers la catégorie des déchets va dépendre de la valeur de la variable dépendante k (coefficient de transfert) soit  $F_t = k \cdot F_i$  :

$F_t$  : Flux de transfert ou production de déchets par transfert du produit i ;  $F_i$  : Flux initial du produit i.

Ainsi, en 2007, la quantité des déchets issus des ordinateurs et des téléphones portables était de l'ordre de 650 tonnes (*Wone et Rochât, 2009*). Selon ces auteurs, ce taux devrait dépasser les 2000 tonnes en 2015. Cette quantité, bien qu'étant révélatrice de la croissance des volumes de déchets électroniques, reste sous-estimée du fait des stocks non déclarés dans les ménages, les magasins des services de l'administration et des entreprises, les ateliers des réparateurs et des recycleurs, mais surtout des importations frauduleuses de matériels électroniques et des méthodes informelle de gestion.

Le bricolage, l'incinération et la mise en décharge effectués comme options de gestion des DEEE font que leur stock reste difficilement estimable. Puisque tous les DEEE ne sont pas stockés, la formule devrait prendre en compte d'autres paramètres, entre autre, les quantités mises en décharge et celles incinérées. Une collecte bien organisée pourrait permettre de faire une meilleure estimation des stocks.

### **III.2) collecte des DEEE**

La première étape de la collecte consiste à rassembler le matériel obsolète au niveau de chaque producteur. Ce dernier devra faire l'inventaire du stock dont il dispose et le garder séparément des autres déchets. Cette phase peut être appelée *pré-collecte* et doit être entreprise à l'échelle individuelle. Les utilisateurs professionnels qui produisent en masse des DEEE peuvent abriter des points de collecte, tandis que les ménages peuvent, après la *pré-collecte*, transmettre leurs DEEE aux distributeurs, aux réparateurs/recycleurs ou même les mettre dans des poubelles spécifiques installées à cet effet. Une telle organisation de la collecte rapportée par *Kang and Schoenung (2005)* aux USA montre que les facteurs clés de la gestion des déchets électroniques sont la collecte, le tri et la récupération, le recyclage et l'élimination ; puis par *Qu et al. (2013)* en Chine ou un réseau de coopération entre les institutions publiques, une société privée de traitement des déchets électroniques (Dongtai) et la commune de Dalian (*Qu et al, 2013*) a été développé. Les contraintes du système de collecte et de recyclage des DEEE liées à l'émergence du secteur informel dans ces pays s'imposent également au Sénégal où les moyens techniques et financiers restent insuffisants. Pour l'organisation de la filière, après la phase de pré-collecte effectuée par les utilisateurs professionnels et les ménages, un opérateur désigné (ou agréé) pourrait rassembler tous les DEEE dans une plateforme de collecte construite dans le respect de toutes les normes de sécurité et d'environnement.

Dans ce sens, par lettre circulaire n°0033PM/CAB/INFO du 31 mars 2015, le Premier Ministre a invité les membres du Gouvernement à prendre les dispositions utiles pour accompagner la Cellule de Solidarité numérique dans la récupération du matériel informatique obsolètes disponibles dans les différents départements ministériels. Cet appel vise à encourager la collecte des DEEE générés dans les services de l'administration et leur transmission aux structures dédiées au recyclage, notamment à la CSN.

A ce niveau, les DEEE seront catégorisés, dépollués, dépoussiérés et testés avant de procéder à leur reconditionnement ou à leur démantèlement et à leur valorisation. Cela reproduit un sous-programme développé en Chine qui consistait à élaborer un schéma de collecte des e-déchets dans les zones résidentielles comme une partie du programme local dénommé "communautés vertes" (*Qu et al, 2013*). Pour le succès de la collecte des DEEE dans les pays en développement, il est utile d'améliorer la sensibilisation du public concernant les systèmes de collecte appropriés (*Taghipour et al., 2012*). Ces auteurs montrent que les contraintes de la

collecte des déchets électroniques résident dans le manque de précision des responsabilités des parties prenantes dans les lois et règlements; les coûts de collecte élevés pour les usines de traitement formel; et le manque d'infrastructures appropriées, en particulier de centres de collecte.

Cependant, il existe deux méthodes de collecte des déchets électroniques pour le citoyen chinois moyen:

- dans le cadre de la méthode informelle, les e-déchets sont vendus à un récupérateur individuel, ou abandonnés dans un atelier de réparation d'appareils électriques;
- concernant la méthode formelle, les e-déchets sont rendus à une grande entreprise, un supermarché ou un magasin d'appareils électriques, au fabricant d'origine (*Li et al., 2011*).

Les points suivants constituent un préalable à une collecte efficace :

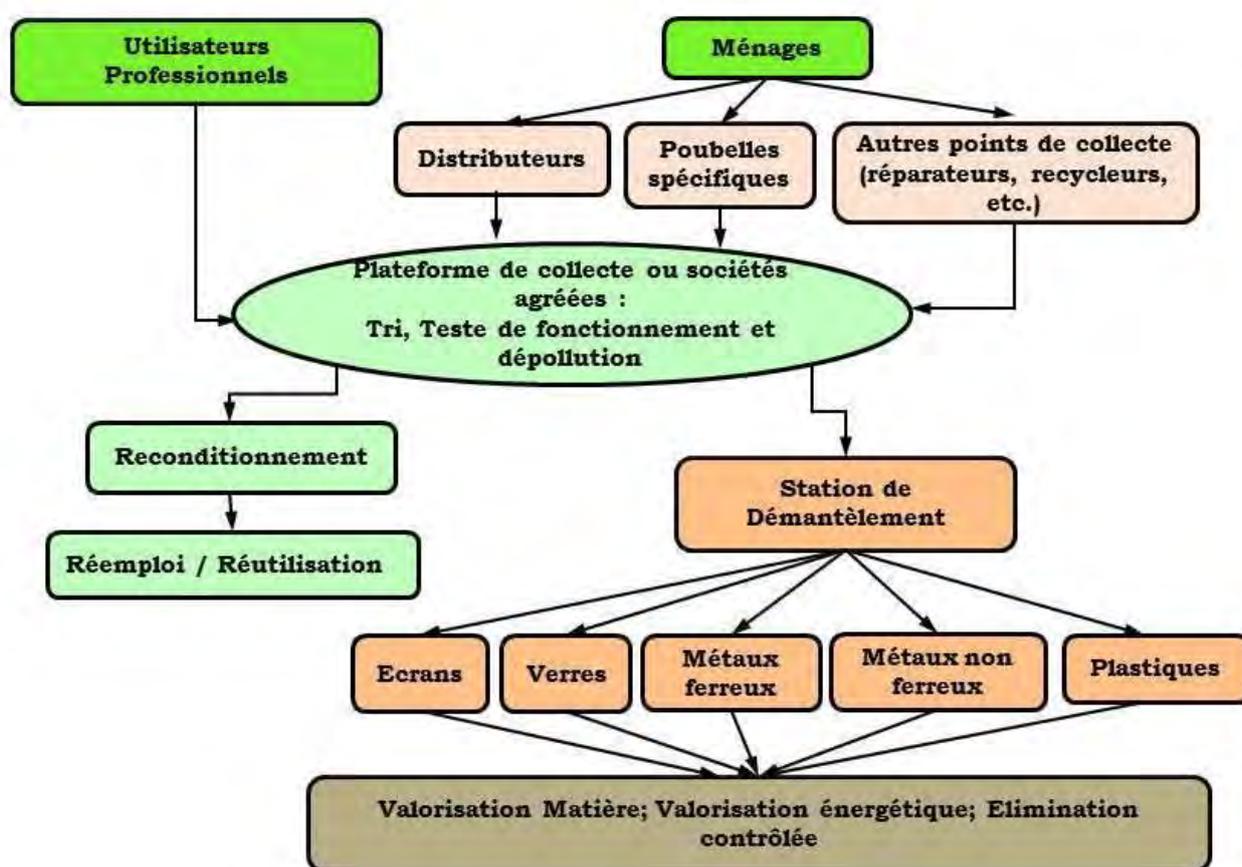
- le soutien des entreprises pour leur rentabilité avec une disponibilité d'équipements à recycler en livrant gratuitement les déchets ;
- la mise en place de fonds incitatifs pour l'achat des équipements en fin de vie ;
- la mise en place d'infrastructures de recyclage ;
- la clarification des responsabilités des parties prenantes
- la mise en place d'une filière de gestion des déchets électroniques permettant aux municipalités d'exiger les producteurs à donner leurs déchets électroniques aux entreprises de collecte ou de traitement agréées.

Etant donné que le développement économique change les habitudes de la population, tant en termes de l'utilisation domestique des EEE, qu'en termes de durée de vie de ces appareils, l'effort de collecte des DEEE dépend de la situation économique d'un pays (*Vincenzo Torretta et al., 2013*).

Les déchets collectés au niveau des utilisateurs professionnels, des ménage, des opérateurs/distributeur désignés (ou agréé) peuvent être rassemblés dans une plateforme de collecte construit dans le respect de toutes les normes de sécurité et d'environnement. L'idéal est de pouvoir stocker les DEEE dans un lieu à l'abri de la pluie et du vol, et accessible aux camions (pour le chargement). S'il n'existe pas de lieu pour installer la plateforme de collecte, des actions ponctuelles de ramassage de la part de l'opérateur pourraient être envisagées.

Ainsi, les déchets collectés au niveau des acteurs seront directement transmis au niveau de l'entreprise en charge de la gestion ou dans un autre endroit bien choisi et géré par la société.

Il est important d'évaluer la rentabilité du schéma installé. Le coût du déplacement du camion de ramassage est généralement forfaitaire et le prix du recyclage est dégressif en fonction de la quantité. Il devient donc économique de rassembler beaucoup de déchets afin de faire des économies d'échelle. Au niveau de la plateforme de collecte, les DEEE seront catégorisés, dépollués et dépoussiérés avant de procéder aux deux grandes opérations de reconditionnement ou de démantèlement (voir figure 9).



**Figure 9 :** Schéma d'organisation du système de collecte et de la filière de gestion et de valorisation des DEEE au Sénégal

Ce schéma de collecte a été expérimenté au Sénégal pour la première fois à l'université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD). Suite à la signature de la convention liant l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) à l'Agence de l'Informatique de l'Etat (ADIE), le 27 Août 2013, un modèle de fiche pour la collecte des DEEE a été proposé à toutes les facultés et autres services administratifs des campus social et pédagogique. Les renseignements obtenus

des fiches d'inventaires des DEEE ont permis d'organiser une collecte de ces déchets dans l'enceinte de l'université Cheikh Anta Diop, le mercredi 13 mai 2014. Cette activité fortement médiatisée (voir annexes 2) a permis de collecter plus de 700 kg de déchets électroniques. Les déchets récupérés des institutions cibles ont été acheminés sur le site de la Cellule de Solidarité Numérique (CSN) pour le recyclage. Suite à cette opération, nous confirmons le constat de Tanskanen (2013) soutenant qu'une des raisons pour ne pas retourner un équipement ou un téléphone à la fin de sa vie pour le recyclage est la perception du propriétaire que son déchet a encore une valeur monétaire ou sentimentale considérable, et dans un souci de la sécurité des données personnelles stockées dans ces équipements obsolètes (Tanskanen, 2013).

La participation de RSE-Sénégal aux initiatives entreprises donne une perspective d'étendre cette collecte dans les banques et toutes les entreprises produisant des DEEE. Cette problématique a été intégrée dans les thèmes présentés à l'occasion du 5<sup>ème</sup> forum international sur la Responsabilité Sociétale d'Entreprise (RSE) du 18 au 22 novembre 2013.

### **III.2) Transport**

Les DEEE étant des déchets dangereux, leur mode de transport doit être différent de celui des déchets municipaux ordinaires. Au Sénégal, les agents du nettoyage banalisent les normes de sécurité et d'hygiène. Malgré les mauvaises odeurs de certains déchets collectés, ils portent rarement des masques et des équipements de protection. L'évolution dans le secteur des DEEE exige une protection et des mesures de sécurité non négociables. Des véhicules spécifiques, autres que les camions bennes habituels, doivent être mis à contribution pour assurer soigneusement le transport des équipements collectés vers le site d'accueil sans modifier l'état du matériel. Car, au niveau de la plateforme de collecte/regroupement, un test doit être effectué pour catégoriser les équipements à démanteler et ceux à reconditionner. Après cette opération, les équipements seront emballés par des films en plastique et placés sur des transpalettes pour faciliter leur conditionnement vers le lieu de stockage. L'usage d'équipements motorisés ou manuels facilite les mouvements des équipements d'un lieu à un autre dans la plateforme de collecte/regroupement.

Selon les quantités des DEEE à collecter, le nombre de camions par municipalités ainsi que le nombre de rotation peuvent varier. Pour cela, un circuit doit être tracé et un calendrier

de collecte publié et connu de tous les acteurs. L'initiative du transport des DEEE peut être entreprise par l'Etat, les privés et les ONG dans le respect des normes de sécurité et d'hygiène. Tous les DEEE collectés devront être acheminés vers des structures habilités à procéder au traitement de façon écologiquement rationnelle.

### **III.3) Stockage**

Le stockage est l'opération d'emmagasiner les DEEE. Il peut être effectué dans un entrepôt ou dans un lieu sécurisé. Dans tous les cas, l'endroit faisant office de magasin de ces déchets dangereux doit répondre à des normes de sécurité et d'environnement. Lors du stockage, le contact des DEEE avec le sol doit être évité. Pour cela, il faut imperméabiliser la surface de contact avec le sol, à travers une dalle en ciment, une bâche, ou toute autre matériaux ayant les caractéristiques d'imperméabiliser la superficie de base.

Etant donné que certains composants des DEEE subissent des réactions métaboliques au contact de l'eau pour donner des composés aussi toxiques ou même plus toxiques que les composés originels. Par conséquent, le lieu de stockage doit être aéré pour éviter toute humidité des DEEE emmagasinés. Les DEEE doivent être alors à l'abri de la pluie et de toute autre source d'humidité. En outre, le site doit être accessible. Du fait des incendies récurrents au Sénégal, l'accessibilité permettra une intervention rapide en cas d'incendie. Les composants des DEEE peuvent se disséminer à haute température et donner naissance à des substances qui polluent l'atmosphère telles que les dioxines et les furanes. L'accessibilité va réduire les circuits inutiles avec les DEEE avant d'arriver à l'entrepôt. Ces risques multiples font que l'entrepôt doit être éloigné de tout lieu d'habitation et des lieux à haute fréquentation, dans le respect de la réglementation environnementale.

Pour des mesures de sécurité et d'hygiène, l'entrepôt doit être dépollué de façon périodique. Cela permet d'éliminer les poussières et les autres matières en suspension contaminées. Les stocks d'équipements de longue durée doivent être évités pour réduire les risques de contamination du milieu. Avant toute pénétration dans le magasin de stockage, il est important de la ventiler et de l'aérer afin de réduire les fortes concentrations de substances dangereuses.

Au-delà de cette phase de collecte, de transport et de stockage, un processus beaucoup plus opérationnel et technique doit être envisagé pour la suite du processus.

### **III.4) Dépollution, reconditionnement et démantèlement**

#### **III.4.1) Dépollution**

La phase de dépollution qui consiste à supprimer les effets de la pollution liée aux composants toxiques des DEEE n'est pas bien assurée au Sénégal. Du fait du faible niveau technique dans la gestion des déchets et du recyclage, les acteurs procèdent au lavage par l'usage de détergents et au dépoussiérage de certaines parties par l'usage d'un souffleur électrique. Toutefois, cette opération n'est pas exempte de risques car les poussières qui s'amassent dans les DEEE peuvent être contaminées par les composants chimiques. Lesquels pourraient se disséminer dans le milieu et constituer une source réelle de pollution. Cette phase nécessite d'être améliorée avec rigueur pour préserver l'environnement et la santé des acteurs. A cet effet, au lieu de souffler les poussières, les équipements doivent être soumis à un aspirateur de poussières capable de neutraliser les substances toxiques. Après le dépoussiérage, les équipements seront testés, reconditionnés et réutilisés ou démantelés en cas de dysfonctionnement.

#### **III.4.2) Reconditionnement et démantèlement**

Le reconditionnement est un processus généralement qui conduit au renouvellement de composants afin de modifier les performances de l'appareil et procéder à sa réutilisation totale ou partielle. Concernant les équipements bureautiques et informatiques tel que l'ordinateur, le reconditionnement peut se résumer principalement aux étapes suivantes :

- le test des périphériques ;
- le nettoyage interne et externe de la machine dans l'optique d'extraire les poussières et les parties pouvant gêner son fonctionnement (à la Cellule de Solidarité Numérique, le nettoyage des équipements se fait à l'aide d'éponge, de détergents, de souffleur, de pinceaux ou par le biais d'une machine appelée « dépoussiéreuse » qui permet de nettoyer les ordinateurs à tour de rôle) ;

- l'audit général du matériel qui permet de faire un diagnostic des composants ;
- la destruction des anciennes données présentes sur le disque dur ;
- l'installation du système d'exploitation et de nouveaux programmes ;
- le test final de l'appareil.

Le matériel ainsi testé ne satisfaisant pas aux conditions d'usage doit être démantelé. Selon les pratiques industrielles courantes, le processus de démantèlement se fait manuellement pour l'essentiel des équipements. Les défis futurs résident alors dans le moindre recours aux procédés manuels et à davantage d'automatisation ainsi que le développement de marchés pour les équipements recyclés.

Au Sénégal, le démantèlement reste manuel avec l'usage de petits matériels. Dans le trousse des acteurs sont présents les pinces, tourne vis, tenailles, gans, marteaux, etc. Ces petits outils permettent de séparer les composants tels que les vices, les câbles, les composants métalliques (aluminium, le fer...), les piles, les disques durs, les lecteurs, les cartes mère... Ces composants spécifiés peuvent être mis dans des casiers. Le même procédé mis en œuvre pour l'ordinateur peut être appliqué aux autres DEEE.



**Photo 8** : Disques durs et claviers rangés dans des casiers à la CSN (Dieng, 2011)



**Photo 9** : Boîtes d'alimentation stockées dans un casier à la CSN (Dieng, 2011)

Les composants ainsi catégorisés peuvent constituer des pièces de rechange pour d'autres équipements. Toutefois, ce processus ne peut soutenir de façon durable le secteur du recyclage s'il n'y a pas une filière bien structurée pouvant permettre de démolir les pièces hors d'usage dans le respect des normes environnementales. Les composants jugés obsolètes devront être acheminés aux lieux de stockage des DEEE. A ce niveau, des opérations plus

complexes et pointues devront permettre de faire le tri, la séparation des composants, à travers des procédés chimiques et physiques pour le recyclage.

### **III.5) Recyclage et valorisation des DEEE dans le contexte sénégalais**

La chaîne de recyclage des DEEE est classifiée en trois étapes successives principales : 1) la collecte, 2) le tri/désassemblage et prétraitement, et 3) le traitement final (*PNUE, 2010*).

Le recyclage bien effectué permet de:

- traiter les éléments dangereux de manière écologiquement rationnelle ;
- optimiser la collecte des matériaux de valeur ;
- créer des activités éco-efficaces et durables ;
- et de Prendre en compte l'impact social et le contexte local du traitement des DEEE.

Les technologies de recyclage disponibles varient selon le type et les composants principaux des appareils. Les éléments entrant dans la conception des équipements électriques et électroniques présentent des propriétés physico-chimiques différentes. A cet effet, un traitement spécifique s'impose pour chaque catégorie.

#### **III.5.1) Recyclage des plastiques des DEEE**

Les plastiques sont principalement utilisés dans les EEE pour les boîtiers des appareils. Les boîtiers plastiques actuels sont souvent munis de tampons anti-chocs. Certains produits constitués majoritairement de plastique bénéficient de moins de possibilités de recyclage que ceux faits en majorité de métal. L'option prédominante d'élimination des plastiques est l'incinération avec valorisation d'énergie, ou la mise en décharge. Au Sénégal, les déchets sont brûlés à des températures permettant l'émission des dioxines et des furanes. Pourtant, le recyclage des plastiques n'est pas plus difficile que celui d'autres matériaux. L'essentiel est d'identifier clairement les polymères et de les séparer des matériaux ou substances qui y sont amalgamés. Pour le cas des équipements électriques et électroniques, les propriétés du polymère de base sont modifiées par les filtres, stabilisants, pigments et des additifs retardateurs de flamme.

La plupart des recycleurs font l'identification des matières plastiques et l'usage de techniques de tri manuelles. Toutefois, pour améliorer l'efficacité du recyclage des plastiques, des infrastructures de recyclage commencent à utiliser de nouveaux systèmes de tri

automatique qui identifient les polymères usuels en faisant recours aux rayons X et à des capteurs de lumière visible ou à des rayons infrarouges.

D'autres systèmes mécaniques disponibles comprennent la séparation par air et la flottation permettant de procéder au tri des matières pulvérulentes (en poudre) à travers les réactions des différents composants dans l'eau, mais aussi leur densité. En outre, la séparation électrostatique ou spectroscopique permet de séparer les composants selon leurs charges.

Les procédés chimiques potentiels incluent la méthanolyse en tant que procédé de dépolymérisation qui réduit les plastiques usagés à leurs composants originels par l'application de chaleur et de pression en présence de méthanol (CH<sub>3</sub>OH). Cette combinaison permet non seulement de casser les chaînes de polymères pour obtenir des monomères purs qui sont raffinés et dépolymérisés dans une nouvelle résine, mais aussi d'éliminer les contaminants. Ainsi, il peut également être utilisé pour fabriquer des emballages alimentaires à partir de plastiques recyclés.

Au Sénégal, le recyclage des plastiques effectué par les sociétés TRANSTECH, SIMPA et PROPLAST ne prend pas encore en compte les DEEE. Toutefois, au rythme actuelle de la croissance de ces déchets dangereux, des filières pourraient être envisageables au niveau de ces sociétés dans l'objectif de maximiser leur profit et d'avoir une disponibilité de matière première à recycler. Il est nécessaire alors de sonner l'alerte, par anticipation pour le recyclage des DEEE dans les sites de traitement actuelle du plastique. La valorisation matière des plastiques en cimenterie est en marche à la SOCOCIM. A l'image des plastiques, les métaux sont recyclés dans des filières spécifiques.

### **III.5.2) Recyclage des métaux et des verres**

Les métaux contenus dans les DEEE peuvent être recyclés plusieurs fois selon les moyens et la technologie disponible. La séparation des diverses fractions de métaux peut être réalisée par le biais de méthodes conventionnelles telles que le tamisage, l'attraction magnétique, la séparation par courant de Foucault, etc. Ces méthodes peuvent bien être adaptées au contexte sénégalais pour remplacer celles artisanales tels que la fusion et le recyclage informel en expansion.

Le recyclage des verres est un procédé en boucle fermée parce que le verre qui est recueilli est utilisé en tant que matière première pour de nouveaux produits. Toutefois, il est nécessaire de maîtriser les compositions des verres pour éviter de changer leurs propriétés (Kong *et al.*, 2012). Le recyclage des verres des écrans requiert des techniques d'identification

et de séparation des produits dangereux. La séparation du verre de l'écran et de celui de la cheminée est le problème le plus critique dans la séparation du verre du tube cathodique. Différentes méthodes mécaniques ou chimiques sont aussi utilisées pour nettoyer les films qui recouvrent les panneaux de verre des tubes cathodiques. En outre, les téléviseurs, les moniteurs monochromes des ordinateurs et la très large gamme de moniteurs couleurs ont tous des propriétés très différentes. Le développement d'une technique de désassemblage normalisée est dès lors compliqué par le manque d'uniformité de ces technologies.

Compte tenu de la dangerosité des verres des écrans, la Cellule de Solidarité Numérique développe la logistique retour vers ses partenaires pour une gestion écologiquement rationnelle de ces DEEE. Les écrans sont renvoyés en Europe pour traitement.

### **III.6) Valorisation énergétique et élimination des substances dangereuses**

Le traitement thermique des déchets électroniques peut fournir une approche pour la récupération d'énergies si un système de contrôle des émissions complètes est installé (*Cui et Zhang, 2008*).

Au Sénégal, l'expérience de la SOCOCIM qui permet la valorisation énergétique des déchets pourrait être étendue aux composants des déchets électroniques. Le système adopté dans cette société peut permettre la stabilisation et l'élimination contrôlée des métaux lourds et des RFB.

A l'échelle régionale, des centres de recyclage peuvent être établies en Afrique grâce à la coopération entre les organisations régionales telles que l'Union africaine, le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), la CEDEAO, etc. et les fabricants/utilisateurs, les agences de l'ONU pertinentes et d'autres ONG internationales. Cela permettra de supporter le coût et de garantir une disponibilité pérenne de matières premières pour l'unité de recyclage. Cependant, ce système ne sera efficace que si les politiques et les lois relatives aux DEEE sont initiées au niveau régional. L'installation d'unités de traitement sera également une opportunité de créer des emplois et d'aider l'industrie locale d'EEE à se développer (*Nnoroma et Osibanjob, 2008*). Ainsi, dans la politique actuelle des dirigeants, le recyclage des déchets demeure une solution pour réduire le chômage à travers la promotion d'emplois verts. Le succès de la gestion des déchets électronique repose sur l'information et la sensibilisation des populations.

## **CHAPITRE IV : PROGRAMME DE SENSIBILISATION POUR UNE BONNE MISE EN ŒUVRE DES PROPOSITIONS EN MATIERE DE GESTION DES DEEE**

### **IV.1) L'intérêt de la sensibilisation**

Le manque de prise de conscience que le recyclage est possible et le manque d'informations sur des lieux de recyclage doivent être considérés comme les principales raisons de la réticence de la plupart des consommateurs de redonner leurs produits obsolètes pour le recyclage. La sensibilisation des acteurs est un préalable pour le succès de la politique de prise en charge durable et efficace des DEEE. Le manque d'informations détermine la faible contribution des acteurs. L'ignorance des composants chimiques et des lois qui encadrent ces types de matériel fait qu'il n'y a pas d'initiatives manifestes des acteurs concernant la prise en charge des DEEE produits. Cet état de fait laisse entrevoir des pratiques peu orthodoxes de production et de rejet de DEEE. Les modes de production et les différentes pratiques de réparation et de recyclage des DEEE conduisent à des formes de valorisation et d'élimination des composants qui dégradent l'environnement et la santé des populations.

Par conséquent, une sensibilisation pouvant conduire à des changements de comportement tangibles des acteurs est nécessaire pour une bonne perception du déchet. A travers nos recherches et nos observations, nous avons compris que principalement trois (3) constats déterminent le mauvais comportement des populations vis-à-vis des déchets :

- la propreté intérieure des maisons est assurée, mais on manifeste souvent une indifférence vis-à-vis de l'extérieur. Les populations, adeptes du NIMBY (Not In My Back Yard, Pas dans mon arrière cours), ne veulent pas côtoyer les déchets, mais bizarrement, et parfois par ignorance, tolèrent la présence de microbes issus des déchets en apparence éloignés (*IAGU, 2012*);
- les populations attendent des autorités locales qu'elles prennent en charge la propreté de la ville ; malheureusement la gestion des déchets est reléguée au second plan dans nos politiques de développement;
- le déchet est caractérisé et perçu par son aspect putrescible. Les odeurs dégagées par les déchets motivent leurs rejets par les populations. Ces dernières sont

convaincues de la relation de causalité : déchets, odeurs, insectes et maladie (Tonon, 1987). Le caractère putrescible des déchets stimule plus la réaction des populations qui, dans l'indifférence, cohabitent souvent sans gêne avec les déchets non putrescibles dont les DEEE.

L'aspect esthétique de certains équipements électriques et électroniques obsolètes fait qu'ils sont difficilement perçus comme des déchets par les acteurs. Eu égard à l'impact avéré de leurs composants, il est important d'insister sur l'axe de la prévention des impacts. Ainsi, les citoyens pourraient être sensibilisés sur l'anticipation dès l'achat d'un équipement et sur le don une fois celui-ci utilisé.

Dans les entreprises de distribution, les responsables à la communication pourront s'appuyer sur les messages de sensibilisation en faveur de la qualité écologique de leurs produits et des mesures prises pour la gestion rationnelle des DEEE afin de promouvoir leurs marques. Ce volet peut constituer un point important de la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) réglementée depuis peu par la norme ISO 26000 et en Afrique, elle se fonde sur la fonction avant tout sociale de l'entreprise. Ainsi, l'argument du « don responsable » peut être réutilisé dans la communication en entreprises.

Les utilisateurs d'équipements électriques et électroniques doivent être sensibilisés sur les bonnes pratiques. Leur implication dans le tri des DEEE peut permettre d'éviter de les mélanger avec les déchets ménagers. Compte tenu de la diversité des déchets dans les entreprises, les industries, les services et les ménages, les DEEE nécessitent une prise en charge particulière au niveau de ces lieux de production. L'approche intégrée de la gestion des DEEE fait appel aux acteurs de l'économie circulaire. Ce niveau d'intervention regroupe les recycleurs, les récupérateurs et les réparateurs. Ces acteurs ont une faible perception des impacts des DEEE sur l'environnement et la santé. A titre d'exemple, les réparateurs ne soutiennent que les dangers liés aux DEEE résultent de la manipulation des objets tranchants. Ainsi, l'ignorance de la toxicité des composants des DEEE fait que les ateliers de réparation et de maintenance deviennent des magasins de stock des dits déchets.

Une bonne sensibilisation à l'échelle de ces acteurs est nécessaire pour la mise en place avec succès d'un centre de recyclage. Cet outil aidera également à mobiliser tous les acteurs pour une bonne organisation de la filière. Pour l'atteinte des objectifs dans la prise en charge de ces déchets dangereux, il est important de lancer la campagne après une enquête préalable pour identifier les moments où le public sera le plus réceptif aux messages et le type de support le plus adéquat et le plus accessible.

## **IV.2) Les supports et les stratégies**

Le travail de recherche développement qui sous-tend cette thèse, peut se fonder sur des supports divers pour vulgariser le savoir scientifique et les bonnes pratiques préconisées dans cette étude. Tenant compte des exigences du système Licence-Master-Doctorat (LMD) toute thèse à présenter doit faire l'objet d'au moins une publication scientifique. A cet effet, l'article de ce travail publié constitue un support d'information et de synthèse de solutions pour une approche intégrée de la gestion des DEEE. En outre, des contributions résumées sur la question des déchets étudiés sont vulgarisées par la presse écrite nationale. A travers des conférences de presse en prélude aux ateliers et forums de partage sur les DEEE, des interviews sont accordées à la presse dans l'objectif de promouvoir la sensibilisation autour de la question. Les médias, notamment la radio, ont un rôle important à jouer pour la sensibilisation des citoyens quant aux risques environnementaux et sanitaires des déchets. Les radios locales, mais aussi celles qui émettent sur le plan international, peuvent diffuser des messages de recommandations aux habitants si elles sont elles-mêmes suffisamment informées sur ce sujet. En outre, les rencontres scientifiques constituent une occasion privilégiée à travers laquelle nous participons à des panels d'experts sur les DEEE pour faire un plaidoyer envers les décideurs.

Pendant, les supports doivent privilégier la connaissance du terrain pour sensibiliser les ressortissants des pays en développement quant aux risques sanitaires et environnementaux des déchets numériques. Dans cet autre cadre, l'enjeu n'est pas de savoir donner, mais de savoir recevoir et de connaître les impacts sur la santé et l'environnement local des dons inconsidérés qui arrivent des pays du Nord. La prise de conscience doit impliquer les pouvoirs publics. L'objet d'une campagne adressée aux pouvoirs publics sénégalais serait de pointer du doigt les méfaits de l'absence de juridiction. Les conséquences en matière de contrôle aux frontières seraient mises en évidence afin d'inciter les pouvoirs publics sénégalais à élaborer une législation et des moyens de contrôle et de sanctions ad hoc, en lien avec la ratification du « Basel Ban Amendment ».

Il est important de faire un plaidoyer pour l'application de la Responsabilité Etendue des Producteurs au Sud et son transfert aux importateurs et distributeurs au niveau local. Le transfert d'une partie des montants d'éco-participations non utilisées en Europe en faveur des pays du Sud doit s'imposer aux fournisseurs. Plus qu'une campagne de communication, il s'agit d'un plaidoyer militant pour le transfert des éco-participations équivalant aux matériels

électronique et électrique en fin de vie convoyés dans les pays du Sud afin que ces montants soient investis localement dans le recyclage et le retraitement des déchets en provenance du Nord.

Les activités de l'agence de l'informatique de l'Etat (ADIE), à travers la Cellule de Solidarité Numérique, d'ONG tels que ENDA au Sénégal auprès des recycleurs de la décharge de Mbeubeuss et celui du Centre de Formation 2000 (CF2000) en Belgique présentent toutes les entrées opérationnelles complémentaires nécessaires pour poser les bases d'une filière solidaire de réutilisation du matériel entre le Nord et le Sud. La conception et la mise en œuvre d'un projet appuyant la création de cette filière pilote doit être un objectif des pouvoirs publics et des partenaires.

Cette initiative serait aussi l'occasion de tester plus concrètement la faisabilité d'une filière Nord-Sud et de produire, capitaliser et diffuser des connaissances acquises tout au long de l'appui au montage de cette filière. Le contenu d'un tel projet pourrait aussi être utilisé pour un plaidoyer sur les écotaxes et leur usage pour appuyer le développement de telles initiatives.

La recherche développement doit donner plus de garantie pour la durabilité des projets et l'analyse de tous les paramètres pour influencer sur son succès. Celle-ci peut être portée par des instituts de recherche, avec un important volet d'éducation relative à l'environnement pour développer le réflexe environnemental au niveau des élèves et des étudiants. Ces potentiels utilisateurs d'équipements électriques et électroniques développeront les bonnes pratiques, gage d'une gestion écologiquement rationnelle des DEEE.

La publicité constitue un moyen efficace de sensibilisation. Jusque-là, le message ne porte que sur la vente, l'utilisation et les performances des produits ; pour fermer la boucle, la gestion des déchets devrait être bien impliquée dans les supports publicitaires. Cette publicité qui, au Sénégal, met à contribution des stars du sport, notamment de la lutte, peut permettre une bonne prise de conscience des usagers des équipements électriques et électroniques. Partant des mauvaises pratiques de recyclage informel et des dangers, il est facile de véhiculer un message accessible pour promouvoir les bonnes pratiques. Ce message peut être partagé à travers des spots de sensibilisation et durant les moments où la population se concentre sur un grand événement.

Dans ce sens, la FONDATION UCAD a organisé une journée de formation de formateurs, le jeudi 07 juin 2015, sur la gestion des déchets à laquelle nous avons assuré le module concernant les DEEE. L'objectif de cette formation consistait à susciter une véritable prise de conscience environnementale et à renforcer les capacités des différents acteurs, notamment les

étudiants, les Personnels Administratifs et Techniques et de Services de l'UCAD, les enseignants et les prestataires de service divers, en matière de préservation de l'environnement et d'amélioration du cadre de vie. La session avait réuni plus de 150 acteurs. Dans le cadre de notre démarche méthodologique, nous avons partagé avec eux 84 fiches de prospection pour jauger leur niveau de connaissance des DEEE. Le résultat obtenu conforte les données mentionnées sur les chapitres précédents précisant une faible connaissance des impacts des DEEE. En effet, plus 60 % des participants ignorent les dangers desdits déchets et se contentent de les jeter en fin de vie.

Pour tous les types de supports pour arriver à impulser des changements positifs des acteurs dans la gestion des DEEE, il est nécessaire d'identifier les cibles et leur niveau d'intervention dans le processus.

### **IV.3) Les cibles**

L'application des recommandations de cette étude est principalement du ressort des décideurs. La mise en œuvre des propositions nécessite une synergie entre les acteurs. Trois catégories sous-tendent la sensibilisation. Il s'agit :

- des décideurs constitués par l'Etat, les ONG et les autres partenaires au développement ;
- des populations qui regroupent les acteurs de la filière (distributeurs, importateurs, utilisateurs, acteurs de l'économie circulaires, etc.) et les privés ;
- des chercheurs effectuant des recherches dans des instituts de recherche et des structures qui s'intéressent à la problématique des DEEE.

Le succès du programme de sensibilisation repose sur l'harmonisation et la bonne coordination entre les trois groupes d'acteurs. Il est important alors de travailler à étendre la zone d'interférence des trois disques ; leur superposition totale correspondrait à une coordination parfaite entre les trois groupes (figure 10). Compte tenu des réalités de nos pays et du gap qui existe entre les décideurs, les chercheurs et les populations, il est illusoire de théoriser une coordination parfaite des actions des trois groupes dont les préoccupations et la perception des choses sont différentes. L'idée est de travailler à renforcer autant que possible les relations entre les décideurs, les populations et les chercheurs.

Au Sénégal, sur la base des résultats de recherches qui apportent des réponses scientifiques aux problèmes auxquels les populations font face, l'Etat doit définir une politique de gestion des DEEE. Les populations, principales bénéficiaires doivent s'approprier les projets visant une gestion écologiquement rationnelle des DEEE à travers une bonne implication.

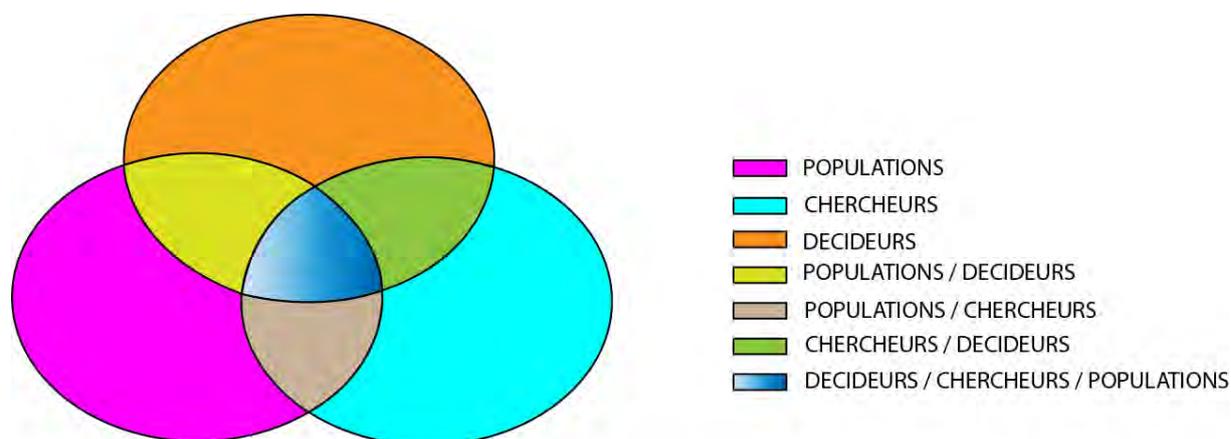


Fig.10 : DIAGRAMME DES INTERRELATIONS ENTRE LES ACTEURS (Dieng, ISE, 2013)

#### IV.4) les résultats attendus du programme de sensibilisation

Les résultats de la sensibilisation sont :

- une bonne connaissance des DEEE et de leurs impacts socio-économiques, sanitaires et environnementaux ;
- l'adoption de modes de gestion et de valorisation durables des DEEE ;
- la disponibilité d'un document de plaidoyer pour la mise en place d'un cadre juridique et institutionnel ;
- l'appropriation des propositions par tous les acteurs.

Les résultats de cette collaboration entre tous les acteurs pourront être appréciés à travers des indicateurs.

## **IV.5) Les indicateurs de résultat**

### **IV.5.1) L'unité régionale de recyclage**

Compte tenu des exigences dans la prise en charge des DEEE, la mise en place d'unités de démantèlement et de Recyclage est un indicateur de performance. Compte tenu des accords dans les espaces UEMOA et CEDEAO, les pays membres peuvent installer une Unité de Recyclage à l'échelle régionale.

Cette infrastructure pourra garantir :

- l'harmonisation au plan juridique des textes régissant le commerce des produits et la gestion des DEEE, en tant que déchets dangereux, dans les pays membres ;
- la disponibilité de matières premières à travers la collecte des DEEE produits dans les pays membres ;
- le traitement des quantités importantes de DEEE pour faire des économies d'échelles et créer plus d'emplois;
- la sensibilisation à l'échelle régionale pour la promotion de bonnes pratiques et l'implication des acteurs.

Pour arriver à une bonne marche de l'unité régionale, des unités pilotes de collecte et de démantèlement pourront être installées dans les différents pays. Dans le processus de mise en œuvre des unités pilotes, l'existence de poubelles spécifiques et de déchèteries pour la collecte des DEEE dans les lieux de production constitue un pilier important.

La sensibilisation réussie et l'organisation de la filière seront matérialisées par l'absence des DEEE dans les ordures et les décharges. Les stocks de DEEE dans les ateliers ainsi que dans les services de l'administration seront gérés par les unités pilotes.

### **IV.5.2) L'unité pilote de recyclage à l'échelle nationale**

Compte tenu de la toxicité de certains composants des DEEE, toute unité pilote doit satisfaire aux exigences de la loi concernant l'installation de tels ouvrages. La catégorisation du projet de mise en place de l'unité pilote permettra de faire une analyse environnementale initiale (AEI) ou une étude d'impact environnemental au regard des exigences réglementaires

conformément aux dispositions de la loi 2001-01 du 15 janvier 2001 portant code de l'environnement du Sénégal.

A cet effet, l'unité doit :

- être entourée et protégée par une clôture dans l'objectif de préserver l'environnement, la santé des acteurs et la sécurité de l'unité pilote ;
- être équipée d'un système de ponts bascules pour la pesée des déchets;
- disposer de camions de transport qui permettront la collecte et le conditionnement des DEEE ;
- être pourvu de voies de circulation capables de supporter les flux de véhicules de collecte des déchets;
- être aussi équipée de panneaux de signalisation, à l'entrée et aussi à l'intérieur du site (horaires d'ouverture, organisation de la circulation ...);
- avoir des plateformes de tri et de regroupement des DEEE par catégorie.

L'unité doit être construite dans le respect des normes environnementales et de telle sorte qu'elle ne se produise pas de réaction secondaire défavorable dans les stocks de DEEE. Le fonctionnement de l'unité pilote doit être assurée par une équipe bien structurée pouvant être composée :

- d'un directeur d'exploitation, responsable de l'administration et de la gestion des ressources humaines et matériels ;
- de peseurs dont le travail consiste à évaluer les quantités de DEEE acheminées au niveau du site de traitement ;
- de contrôleurs qui assurent la supervision des travaux des différentes tâches dévolues aux acteurs respectifs;
- d'ouvriers responsables de la main d'œuvre pour toutes les opérations qu'engendre le traitement des DEEE;
- d'un technicien pour l'organisation et l'exploitation des filières ;
- d'un technicien pour la commercialisation des matières recyclées ;
- d'un technicien pour l'élimination des substances dangereuses ;
- et de gardiens.

Si les conditions d'installation sont bien respectées et l'équipe de gestion de l'unité mise en place, le suivi et l'évaluation des activités de l'ouvrage devront renseigner sur son efficacité.

Des consignes écrites devront être établies pour la mise en œuvre des moyens d'intervention de lutte contre les incendies et les accidents au travail qui nécessitent l'évacuation du personnel et la demande d'assistance aux acteurs de l'extérieurs pour la maîtrise du danger. Ces consignes devront être portées à la connaissance de tout le personnel et s'articuleront sur :

- la conduite à tenir en cas d'incendie ou d'accident ;
- le numéro d'appel des services de secours ;
- le numéro d'appel de l'hôpital le plus proche ;
- la formation du personnel aux aspects de sécurité.

En cas d'incident grave ou d'accident mettant en jeu l'intégrité de l'environnement ou la sécurité de personnes ou de biens, l'exploitant doit avertir les services de secours et fournir un rapport sur les origines et les causes de l'incident et les mesures prises.

Pour les risques d'incendie, tout début de feu doit être combattu par les moyens appropriés qui doivent être disponibles en permanence sur le site de l'unité de traitement. Celle-ci doit disposer des moyens internes de lutte contre l'incendie, notamment des extincteurs, une borne incendie et une réserve d'eau d'une capacité suffisante et facilement accessible aux véhicules d'incendie.

La gestion des DEEE doit être encadrée par des lois et règlements pour l'atteinte des objectifs fixés dans tous les projets.

#### **IV.5.3) La mise en place de lois et règlements**

L'existence d'un cadre juridique spécifique aux DEEE demeure un indicateur de résultat du programme de sensibilisation des acteurs et du plaidoyer. Le Sénégal ayant ratifié, entre autres, les conventions de Bâle, de Bamako et de Rotherham, la transposition de ces conventions dans son droit national peut se faire sans beaucoup de difficultés. Ce cadre peut permettre la mise en place d'un système de traçabilité des EEE de l'importation à l'élimination ou à la mise en décharge en passant par l'utilisation et l'économie circulaire. Il fixera les exigences en termes de gestion des DEEE, de responsabilité des acteurs et de financement de la filière.

### ***Conclusion partielle***

Les DEEE étant des déchets spéciaux, la mise en place d'un système de collecte différencié peut permettre leur récupération dans le lot des déchets municipaux. Pour cela, la reprise des équipements obsolètes par les distributeurs est une piste de solution pour une collecte efficace. Cependant, il est important de faire une bonne communication pour accompagner et rassurer les bénévoles du processus de reprise des DEEE.

L'absence d'un système durable de gestion des DEEE résulte des réaménagements perpétuels au niveau des structures en charge de la gestion des déchets. Pourtant, les politiques actuelles militent en faveur de l'augmentation des DEEE. Car, les initiatives de l'Etat et des privés dans le cadre de la lutte contre la fracture numérique et l'intégration de nos populations dans la société de l'information instaurent les conditions d'une augmentation des équipements électriques et électroniques. Toutefois, l'importation de matériels électriques et électroniques n'est pas encore accompagnée d'une politique durable de gestion des produits en fin vie. Cette situation annihile les efforts consentis dans la lutte contre la fracture numérique. Du point de vue juridique, l'inefficacité et l'ineffectivité des textes au sujet de la gestion des DEEE sont les principales contraintes pour leur application. Les textes exploités placent les DEEE dans le contexte général des déchets. De façon spécifique, il n'existe pas une loi qui encadre la gestion des DEEE au Sénégal. La recherche développement pouvant inciter au progrès, notamment sous un angle préventif des impacts de ces déchets, peut permettre de réduire la masse des DEEE et maîtriser leurs impacts sur l'environnement et la santé.

# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

Les DEEE sont des déchets dangereux au vue de leur composition. Les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium et le mercure, ainsi que les retardateurs de flamme à l'image du tétrabromobisphénol A (TBBPA), du décabromodiphényle éther (DBDE) et de l'hexabromocyclododécane (HBCD) qu'ils renferment participent à l'augmentation des maladies liées à l'environnement et au niveau de développement notamment le cancer, le diabète, l'asthme, etc. Ces déchets posent un problème de santé publique et constituent des sources additionnelles de contamination de l'environnement au Sénégal.

La production de DEEE ne cesse d'augmenter. En effet, les progrès dans le secteur des Technologie de l'Information et de la Communication combinés aux initiatives de lutte contre la fracture numérique, à l'obsolescence rapide des équipements électriques et électroniques et à faible perception du déchet par les populations instaurent les conditions favorables à l'augmentation et au rejet abusif des divers types de DEEE.

Vu le taux de chômage élevé et le développement du secteur informel, beaucoup d'acteurs interviennent dans la récupération, la maintenance, la réparation et le recyclage des équipements en fin de vie. La gestion des DEEE mobilise des importateurs, des distributeurs, des utilisateurs, des réparateurs, des recycleurs et des récupérateurs. Ils sont dominés en majorité par les jeunes et les hommes. Une véritable économie circulaire se développe autour de la gestion des déchets électroniques dont les conséquences néfastes sur l'environnement et la santé sont réelles.

Par ailleurs, l'inexistence d'une filière organisée de gestion des DEEE suscite le développement des pratiques informelles de recyclage. L'ineffectivité de la collecte sélective des déchets au Sénégal et le développement du secteur informel dans ce domaine interpellent tous les acteurs et place chacun, en ce qui le concerne, face à ces responsabilités dans l'organisation de la filière, la gestion et la valorisation des DEEE.

L'engagement de chacun est alors déterminant pour transformer les contraintes liées à ces déchets en opportunités. De la distribution à l'élimination et/ou la mise en décharge en passant par l'utilisation et la valorisation, les DEEE sont produits et suivent un circuit complexe d'un acteur à un autre. Le stockage anarchique des ces déchets dangereux est une réalité dans les ménages, les services de maintenance et de réparation ainsi que les entrepôts des structures publiques ou privés utilisant les TIC. Les impacts négatifs des DEEE sont exacerbés par leur incinération à ciel ouvert pour la récupération de certains composants.

Jusque-là, les initiatives de gestion sont sectaires et se présentent à de petites échelles. L'absence de coordination entre les acteurs (distributeurs, importateurs, utilisateurs professionnels, ménages, réparateurs, récupérateurs, recycleurs), mais aussi entre les institutions intervenant dans la gestion de ces déchets pose le problème de l'organisation de la filière. Pourtant, les enjeux socio-économiques et environnementaux des DEEE sont nombreux. Toutefois, ils ne sont pas bien connus des acteurs. Ces derniers privilégient le gain économique au détriment de la préservation de l'environnement. Par conséquent, ils éprouvent un faible engagement quant à la promotion des bonnes pratiques en matière de gestion des DEEE, notamment la reprise du DEEE, la vente d'équipements neufs et la contribution dans la stratégie d'organisation de la filière.

Eu égard aux compétences techniques limitées en matière de gestion des déchets, les défis de la maîtrise des effets rebonds de la solidarité numérique ne sauraient être relevés durablement qu'à travers le transfert de compétences, de ressources financières et matérielles.

Le secteur informel domine dans toutes les initiatives de gestion des DEEE. En revanche, le projet pilote DEEE de la Cellule de Solidarité Numérique reste un modèle plus ou moins organisé qui pourrait être étendu à grande échelle. Les activités de cette cellule montre bien les enjeux socio-économique et environnementaux de la gestion des DEEE. La création d'emplois, l'insertion sociale, la formation, la création de richesses et la préservation de l'environnement sont autant d'enjeux appréciables à travers le projet pilote DEEE. S'il est accompagné d'un volet recherche développement, sa reproduction à grande échelle et sa durabilité seront possibles.

Afin de maîtriser les impacts des DEEE sur l'environnement et la santé, il est nécessaire de faire une recherche opérationnelle pouvant développer des progrès, notamment sous un angle préventif des impacts de ces déchets. En plus, un encadrement juridique judicieux permettrait de lever beaucoup de contraintes dans la gestion des DEEE.

Au plan juridique, la défaillance dans d'application des traités internationaux constitue un frein à la prise en charge des déchets dangereux particulièrement des DEEE. L'inefficacité et ineffectivité des textes au sujet de la gestion des DEEE posent les défaillances quant à leur application. Les textes exploités placent ces déchets spéciaux dans le contexte général des déchets au Sénégal. De façon spécifique, il n'existe pas une loi qui encadre la gestion des DEEE, d'où la nécessité de compléter les instruments nationaux, ou d'en élaborer d'autres qui prendront entièrement en compte et de façon précise les DEEE. L'inadaptation des lois et

l'ineffectivité de leur application favorisent la mauvaise gestion des DEEE. Pour réduire la pollution, ralentir le rythme de dégradation des matières premières et l'exposition de la population aux impacts des DEEE, une priorité doit être accordée à leur gestion écologiquement rationnelle, à travers un bon cadre institutionnel. Ainsi, la mise en place d'unités de recyclage est une solution appropriée qui mettra un terme au développement du secteur informel de recyclage des DEEE et par conséquent réduira l'exposition des populations aux impacts de ces déchets pernicious. Cela va engendrer la mise en place d'un système de collecte différencié des DEEE en les récupérant dans le lot des déchets municipaux et en procédant à leur reprise par les distributeurs.

Cependant, il est important de mettre en œuvre un bon programme de sensibilisation pour accompagner les bénévoles du processus de reprise des DEEE. L'unité de recyclage pourrait s'attacher les compétences de plusieurs départements ministériels pour échapper à l'influence négative des réaménagements perpétuels au niveau des structures en charge de la gestion de l'environnement et des déchets en particulier. Du fait que les politiques de l'Etat et de ses partenaires ainsi que les activités des populations actuelles militent en faveur de l'augmentation des DEEE, une priorité doit être accordée à leur Gestion Ecologiquement Rationnelle, à travers des mécanismes performants et durables, pour mieux encadrer le développement numérique et les agressions sur l'environnement.

## **Références :**

- ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)**, 2007 : calcul du facteur d'émission d'un ordinateur à écran plat : bilan-carbone ; <http://www.ademe.fr>
- ARTP (Agence de Régulation des Télécommunications et des Postes)**, 2008 : [www.artp-senegal.org](http://www.artp-senegal.org), Rapport annuel d'activités de 2008. 52 P
- ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie)**, 2006 : rapport national de l'Enquête de suivi de la pauvreté au Sénégal, 2005/2006
- ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie)**, 2009. Situation Economique et Sociale du Sénégal en 2009, 304 P
- ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie)**, 2011 : Situation Economique et Sociale du Sénégal en 2011, 344 P
- ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie)**, 2013 : <http://www.recensement.sn/fr/>. Lien consulté le 07 août 2014
- Ahn, M. Y.; Filley, T. R.; Jafvert, C. T.; Nies, L.; Hua, I.; Bezares-Cruz, J.** (2006) Photodegradation of decabromodiphenyl ether absorbed onto clay minerals, metal oxides, and sediment. *Environ. Sci. Technol.* 40: 215-220, DOI: 10.1021/es051415t
- Alaee, M.; Arias, P.; Sjodin, A.; Bergman, A.** (2003): An overview of commercially used brominated flame retardants, their applications, their use patterns in different countries/regions and possible modes of release. *Environ Int.* 29: 683-9, Doi: 10.1016/S0160-4120(03)00121-1
- Anne Riu (2006)** : devenir des retardateurs de flammes bromés chez le rat et l'homme: caractérisation des métabolites et évaluation de l'exposition fœtale, Thèse de doctorat: Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries ; spécialité : Qualité et sécurité des aliments, 259 P
- Asante K. A., Adu-kumi S., Nakahiro K. Takahashi S. Isobe T., Sudaryanto A. Devanathan G.** (2011). Human exposure to PCBs, PBDEs and HBCDs in Ghana: Temporal variation, source of exposure and estimation of daily intakes by infants. *Environment international* 37 (5): 921-928, Doi: 10.1016/J.envint.2011.03.011
- ACRR (Association des Cites et Régions pour le Recyclage)**, 2003 : LA GESTION DES DEEE, un guide pour les autorités locales et régionales (<http://www.acrr.org>), 88 P
- BAN & SVTC**, 2002: The Basel Action Network and Silicon Valley Toxics Coalition. Exporting Harm: The High-tech Trashing of Asia. Seattle WA, USA
- Bezares-Cruz, J.; Jafvert, C. T.; Hua, I.**, 2004: solar photodecomposition of decabromodiphenyl ether: product and quantum yield. *Environ. Sci. Technol.* 38: 4149-4156, Doi: 10.1021/es049608o

- Bliefert et Perraud, 2008:** Chimie de l'environnement, Air, Eau, Sols Déchets. Deuxième édition française, de Boeck, 478 P
- Bragigand V (C), 2005 :** Recherches écotoxicologiques sur les retardateurs de Flamme Bromés dans les écosystèmes Estuariens (Estuaires de Loire et de Seine). Thèse de Doctorat. Université de Nante, 275 P
- Brigden K., Labunska I., Santillo D., Alsopp M., 2005:** Recycling of Electronic Wastes in China and India: Workplace and Environmental Contamination. Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, Exeter EX4 4PS UK, 75 P
- Brigden, K., Labunska, I., Santillo, D., Johnston, P., 2008:** Chemical Contamination at E-waste Recycling and Disposal Sites in Accra and Korforidua, Ghana. Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, UK, 24 P
- CSE (Centre de Suivi Ecologique), 2010:** Rapport sur l'état de l'Environnement au Sénégal
- Chiara Frazzoli, Orish Ebere Orisakwe, Roberto Dragone, Alberto Mantovani, 2009:** Diagnostic health risk assessment of electronic waste on the general population in developing countries' scenarios; Environmental Impact Assessment Review 30 (2010): 388–399. Doi: 10.1016/j.eiar.2009.12.004
- Cissé Oumar, 2007:** l'argent des déchets. L'économie informelle à Dakar, Paris et Dakar, Karthala et Crepos. Pages 44-49
- Code de l'Environnement du Sénégal** édité par la loi 2001-01 du 15 janvier 2001 portant code de l'environnement (LCE), 2001
- Convention de Bâle** sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination adoptée par la conférence de plénipotentiaires le 22 mars 1989. 49 P
- Convention de Bâle :** Secrétariat de la Convention de Bâle. 2011. Rapport technique de diagnostic national des mouvements transfrontières et de la gestion des DEEE, SBC e-Waste Africa Project Benin octobre 2011, V.1.0
- Convention de Bamako** sur l'interdiction d'importer des déchets dangereux et le contrôle de leurs mouvements transfrontières en Afrique, Janvier 1991. 26 P
- Convention de Stockholm** sur les polluants organiques persistants, 2001. 40P
- Cui Jirang, Zhang Lifeng, 2008:** Review Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review; Journal of Hazardous Materials 158 (2008): 228–256; Doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.02.001.
- Delahaye Emmanuelle, Marie Herrera, Clair Oudot, 2005 :** évaluation des risques liés à l'exposition aux substances ignifuges bromés. Atelier Santé- Environnement, 2005. 60 P

- Dieng D.**, 2010 : Contribution à la cohérence de gestion des déchets d'équipements électroniques et informatiques à Dakar : typologie, circuit et valorisation ; mémoire de DEA, ISE, 2010, 113 P
- Diop C. et Thioune R.**, 2014 : les déchets électroniques et informatiques en Afrique, défis et opportunités pour un développement durable au Bénin, au Mali et au Sénégal. Editions **KARTHALA**, 2014, 198 pages
- Directives 2002/96/CE** du parlement Européen et du conseil du 27 janvier 2003 relative aux déchets d'équipements électriques électroniques (DEEE)
- Djitté Mamané, 2010** : La gestion et la Valorisation des Déchets d'équipements électroniques et informatiques (DEEE) au Sénégal : Diagnostic et proposition d'un cadre juridique et institutionnel adapté ; mémoire de DEA, ISE, 2010. 125P
- Dübendorf, St-Gall et Thoune, 2007**: Gaspillage des ressources: les déchets électroniques trop souvent incinérés au lieu d'être recyclés ; 7 mars 2007 ; 7P
- Environmental European Agency (EEA)**, 2003: Waste from electrical and electronic equipment WEEE- quantities, dangerous substances and treatment methods. European topic center on waste, Copenhagen, 37 P
- Environnement Développement Action – Tiers/Monde** : Etude de faisabilité pour la mise en place d'une filière intégrée de collecte, de démantèlement et de valorisation des déchets informatiques à Dakar entre partenaires d'économie sociale du nord et du sud, 2006. 65 P
- Eriksson J.; Green N.; Marsh G.; Bergman A.** 2004a: photochemical decomposition of 15 polybrominated diphenyl ether congeners in methanol/water. Environ Sci Technol. 38: 3119-3125; 2004a, Doi: 10.1021/es049830t
- Eriksson J.; Rahm S.; Green N.; Bergman A.; Jakobsson E.** 2004b: Photochemical transformations of tetrabromobisphenol A and related phenols in water. Chemosphere. 54: 117-126; 2004b, Doi: 10.1016/S0045-6535(03)00704-5
- FSN-infos**, 2008:Fonds mondial de Solidarité Numérique, [www.dsf-fsn.org](http://www.dsf-fsn.org), N°15
- Funcke W., Hemminghaus H.**, 1997: PXDF/D in flue gas from an incinerator charging wastes containing Cl and Br and a statistical description of the resulting PXDF/D combustion profiles. Organohalogen Compounds 31: 93–98
- Greenpeace**, 2008: Toxic Tech: Not in Our Backyard (rapport complet, 'Recycling by manufacturers' page 19), 76 P
- Groupe de travail technique de la Convention de Bâle** : directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination ; comprenant des directives techniques sur la gestion

écologiquement rationnelle des déchets de câbles et gaines ; texte révisé - version 6 ; mai 2001, 79 P

**Gueye Aminata**, 2004 : Etude environnementale sur les rejets et déchets dangereux dans la zone du port autonome de Dakar. DEA, ISE, 2004

**Hagulüken C. et Buchert M.**, 2008: The mine above ground. In IERC, Salzburg

**Hornung A., Balabanovich A. I.; Donner S.; Seifert H.**, 2003: Detoxification of brominated pyrolysis oils. J Anal Appl Pyrolysis. 0: 1-11; 2003

**Huang K., Guo J., Xu Z.M.**, 2009: Recycling of waste printed circuit boards: a review of current technologies and treatment status in China. J. Hazard. Mate. 164: 399–408, doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.08.051

**Huisman J., et al.**, 2007: Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Final Report, United Nations University, AEA

**IAGU: Institut Africain de Gestion Urbaine**, 1993 : Les décharges d'ordures en Afrique. Mbeubeuss à Dakar au Sénégal. Edition Karthala et IAGU, 2012. 328 P

**Ignacy Sachs**, 1993: "L'écodéveloppement", Syros

**Janet Kit Yan Chan, Ming H. Wong**, 2012: A review of environmental fate, body burdens, and human health risk assessment of PCDD/Fs at two typical electronic waste recycling sites in China; Science of the Total Environment 463–464: 1111–1123. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.07.098

**Kampf H.**, 2013 : fin de l'occident, naissance du monde, éditions du seuil, 139P.

**Kang H, Schoenung J.**, 2005. Electronic waste recycling: a review of U.S. infrastructure and technology options. Resources, Conservation and Recycling 45 (4): 368-400. Doi:10.1016/j.resconrec.2005.06.001

**Kristen Grant, Fiona C Goldizen, Peter D Sly, Marie-Noel Brune, Maria Neira, Martin van den Berg, Rosana E Norman**, 2013: Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review; Vol 1, 350; [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(13\)70101-3](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70101-3)

**Li B., Du H.Z., Ding H.J., Shi M.Y.**, 2011: E-Waste Recycling and Related Social Issues in China; Energy Procedia 5 (2011): 2527–2531; <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.434>

**Lin Wei, Yangsheng Liu**, 2012: The 7th International Conference on Waste Management and Technology Present status of e-waste disposal and recycling in China; Procedia Environmental Sciences 16 ( 2012 ): 506 – 514, Doi: 10.1016/j.proenv.2012.10.070

- Liu H.X., Zhou Q.F., Wang Y.W., Zhang Q.H., Cai Z.W., Jiang G.B.**, 2008: E-waste recycling induced polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzo-furans pollution in the ambient environment. *Environ. Int.* 34: 67–72
- Luda M. P.; Balabanovich A. I.; Camino G.**, 2002: Thermal decomposition of fire retardant brominated epoxy resins. *J Anal Appl Pyrolysis.* 65: 25-40
- Mackie D., Liu J., Loh Y-S., Thomas V.**, 2003: No evidence of dioxin cancer threshold. *Environ Health Perspect* 2003; 111:445- 447
- Maheshwar Dwivedy, R.K. Mittal**, 2013: Willingness of residents to participate in e-waste recycling in India; *Environmental Development* 6 (2013): 48–68, <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2013.03.001>
- Marc Totté, Bernard Goffinet et Thibault Jacquet**, 2010 : Le don de matériel, un cadeau empoisonné ? Guide pour l'élaboration de filières solidaires et durables de réutilisation de matériel informatique en partenariat avec des acteurs du sud, 2010
- Marcelo Guimarães Araújo, Alessandra Magrini, Cláudio Fernando Mahler, Bernd Bilitewski**, 2012: A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil; *Waste Management* 32 (2012): 335–342, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.020>
- Marie Noel-Brune, Fiona C Goldizen, Maria Neira, Martin van den Berg, Nancy Lewis, Malcolm King, William A Suk, David O Carpenter, Robert G Arnold, Peter D Sly**, 2013: Health effects of exposure to e-waste; Vol 1, August, [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(13\)70020-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70020-2)
- Marinella Favot and Alfio Marini**, 2013: A Statistical Analysis of Prices of Electrical and Electronic Equipment after the Introduction of the WEEE; RESEARCH AND ANALYSIS: by Yale University; DOI: 10.1111/jiec.12063 Editor managing review: Volume 17, Number 6
- Masahiro Oguchi, Hirofumi Sakanakura, Atsushi Terazono, Hidetaka Takigami**, 2011: Fate of metals contained in waste electrical and electronic equipment in a municipal waste treatment process: *Waste Management* 32 (2012): 96–103; Contents lists available at SciVerse Science Directs
- Mukerjee D.**, 1998: Health impact of polychlorinated dibenzo-p-dioxins: a critical review. *J Air Waste Manag Assoc*, 48:157-165; <http://dx.doi.org/10.1080/10473289.1998.10463655>
- Nations Unies**, 2005: Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), Rapport 2005. 48 P
- Nnoroma I.C., Osibanjob O.**, 2008: Review Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries; Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

- O.E.C.D**, 1998: Final guidance document for distinguishing waste from non-waste. Paris France. Organisation de Coopération et de Développement Economique 23-24 avril 1998
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et Ministère de l'Ecologie et de la Protection de la Nature**, 2008: « Projet de Dépollution du sol et désintoxication des personnes contaminées au plomb à Thiaroye Sur Mer (Ngagne diaw)», 2008. 23 P
- Oyuna Tsydenova, Magnus Bengtsson**, 2010: Review Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment; Waste Management 31 (2011): 45–58, Doi:10.1016/j.wasman.2010.08.014
- Pant D., Joshi D., Upreti M.K., Kotnala R.K.**, 2012: Chemical and biological extraction of metals present in E waste: A hybrid technology. Waste Management, 32: 979-990. Doi: 10.1016/j.wasman.2011.12.002
- Peeranart Kiddee, Ravi Naidu, Ming H. Wong**, 2013: Review Electronic waste management approaches: An overview; Waste Management 33: 1237–1250. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.01.006>
- PNUE**, 2005: Bulletin d'Alerte Environnementale ; les Déchets Electroniques, la face cachée de l'ascension des technologies de l'information et des communications
- Queirug D., González Benito J., Lannelongue G.**, 2011: Evolution of the electronic waste management system in Spain; Elsevier: Journal of Cleaner Production 24 (2012): 56-65, Doi:10.1016/j.jclepro.2011.11.043
- République du Sénégal** : Arrêté N° 004360 du 11 juillet 2006 portant création de la Cellule SENECLIC
- République du Sénégal** : Arrêté 2008-06805 du 05 Août 2008 portant organisation de la DEEC
- République du Sénégal** : Décret 2007-962 portant attribution du MEPN
- République du Sénégal** : Décret N°2008-1007 Du 18 Aout 2008 portant réglementation des déchets médicaux
- République du Sénégal** : La loi n° 83-71 du 5 juillet 1983 portant Code de l'Hygiène
- République du Sénégal** : la loi n° 96-06 du 22 mars 1996 portant code des collectivités locales et la loi n° 96-07 du 22 mars 1996 portant transfert des compétences environnementales aux collectivités locales
- République du Sénégal** : Le Décret N°2008-1007 du 18 août 2008 portant réglementation des déchets médicaux

**République du Sénégal :** Direction de l'Environnement et des Etablissements Classes (DEEC) : Plan Nation d'Action pour la Gestion des Déchets Dangereux au Sénégal, Novembre 1999

**République du Sénégal :** Direction de L'Environnement et des Etablissements Classes (DEEC) : profil national sur la gestion des polluants organiques persistants au Sénégal, 2004.72 P

**République du Sénégal :** La loi 72-52 du 12 juin 1972 déterminant les modalités d'assiette et de perception de la taxe d'enlèvement des ordures ménagères au Sénégal

**République du Sénégal :** Ministère de l'aménagement du territoire et des collectivités locales. Comité de pilotage de la réforme de la décentralisation au Sénégal. Acte III de la Décentralisation : Propositions pour la formulation d'une cohérence territoriale rénovée. Juillet 2013, 45 P

**République du Sénégal :** Ministère de l'aménagement du territoire et des collectivités locales. **Programme national de Gestion des déchets**, 2015

**Robinson Brett H.**, 2009: An assessment of global production and environmental impacts; Science of the Total Environment (408) : 183-91. Doi:10.1016/j.scitotenv.2009.09.044

**Sifang Kong, Hui Liu, Hui Zeng, Yangsheng Liu**, 2012: The 7th International Conference on Waste Management and Technology The status and progress of resource utilization technology of e-waste pollution in China; Procedia Environmental Sciences 16: 515-521. Doi: 10.1016/j.proenv.2012.10.071

**Sjödin A., Hagmar L., Klasson Wehlere E., Kronholm Diab K., Jakobssone E., Bergman A.**, 1999: Flame Retardant Exposure: Polybrominated Diphenyl Ethers in Blood from Swedish Workers, Environmental Health Perspectives, volume 107, N°8, 1999: 643-648

**Slade G.**, 2007 : e-Waste. Mother Jones Magazine, Mars/Avril 2007

**Suthipong Sthiannopkao, Ming Hung Wong**, 2012: Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences; Science of the Total Environment 463–464 (2013): 1147–1153, Doi: 10.1016/J.scitotenv.2012.06.088

**Tang X, Shen C, Cheema SA, Chen L, Xiao X, Zhang C.**, 2010: Levels and distributions of polycyclic aromatic hydrocarbons in agricultural soils in an emerging e-waste recycling town in Taizhou area, China. J Environ Sci Health Part A 2010; 45: 1076–1084

**The Basel Convention and e-waste, 2003:** translation of scientific uncertainty to protective policy; [www.thelancet.com/lancetgh](http://www.thelancet.com/lancetgh); Vol 1, December 2013

**Tonon Fidele**, 1987 : Contribution à l'étude de l'environnement en République Populaire du Bénin. Espace urbain et Gestion des Déchets solides dans la ville de Cotonou.

Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle à l'Institut des Sciences de l'Environnement.1987.  
301 P

**United Nations Environment Programme-UNEP**, 2009: Recycling-from e-waste to resources: Sustainable innovation and technology. UNEP Transfer industrial sector studies. STEP-solving The E-waste problem, July 2009

**United Nations Environmental Programme (UNEP)**: Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre; Osaka/Shiga: E-waste, Volume I: Inventory Assessment Manual; 127 P

**US EPA**, 2012: A dioxin science assessment consumer fact sheet February 2012. [http://www.epa.gov/dioxin/pdfs/EPA\\_Dioxin-factsheet-2012.pdf](http://www.epa.gov/dioxin/pdfs/EPA_Dioxin-factsheet-2012.pdf), 2012.13/06/2012

**Vincenzo Torretta, Marco Ragazzi, Irina Aura Istrate, Elena Cristina Rada**, 2013: Review Management of waste electrical and electronic equipment in two EU countries: A comparison; *Waste Management* 33 (2013): 117–122, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.07.029>

**Viraja Bhat, Prakash Rao, Yogesh Patil**, 2012 : Development of an integrated model to recover precious metals from electronic scrap - A novel strategy for e-waste management; *International Conference on Emerging Economies – Prospects and Challenges (ICEE-2012)* ; *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 37 (2012): 397 – 406, Doi: 10.1016/j.sbspro.2012.03.305

**Wang H. M., Yu I. J., Han M., Yang S. W.**, 2009: Estimated PBDE and PBB congeners in soil from and electronic waste disposal site. *Bulletin of environmental contamination and toxicology* 83: 789- 793. Doi: 10.1007/s00128-009-9858-6

**Wang Y, Tian Z, Zhu H, Cheng Z, Kang M, Luo C.**, 2012: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soils and vegetation near an e-waste recycling site in South China: concentration, distribution, source, and risk assessment. *Sci Total Environ* 2012; 439:187–93, Doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.08.018.

**Wang DL, Cai ZW, Jiang GB, Leung A, Wong MH, Wong WK.** 2005. Determination of polybrominated diphenyl ethers in soil and sediment from an electronic waste recycling facility. *Chemosphere* 60: 810–816. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.04.025>

**Wanga Feng, Jaco Huisman, Ab Stevels, Cornelis Peter Baldé**, 2013: Enhancing e-waste estimates: Improving data quality by multivariate Input–Output Analysis; *Waste Management* 33 (2013): 2397–2407; Contents lists available at SciVerse ScienceDirect, Doi: 10.1016/j.wasman.2013.07.005.

**Wanian F. et Dougani C.**, 2003: Assessing the long-range Transport potential polybrominated diphenyl ethers: A comparison four multimedia models. *Environmental Toxicology and Chemistry* 2003, N°22: 1252-1261.

- Watanabe M., Kajiwara N., Takigami H., Noma Y., Kida A.,** 2008: Formation and degradation behaviors of brominated organic compounds and PCDD/Fs during thermal treatment of waste printed circuit boards. *Organohalogen Compounds*, Vol.70: 78-81 (2008)
- Watanabe, I.; Tatsukawa, R.,** 1987: Formation of brominated dibenzofurans from the photolysis of flame retardant decabromobiphenyl ether in hexane solution by UV and sun light. *Bull Environ Contam Toxicol.* Vol. 39: 953-9; 1987. <http://doi.org/10.1007/BF01689584>
- Widmer Rolf, Heidi Oswald-Krapf, Deepali Sinha-Khetriwal, Max Schnellmann, Heinz Böni,** 2005: Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review* 25: 436–458. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.04.001>
- Wit De C.A.,** 2002: An overview of brominated flame retardants in the environment. *Chemosphere* vol. 46: 583–624.
- Wone Salimata et Rochat David,** 2009 : Rapport technique de l'état des lieux de la gestion des e-déchets au Sénégal. *Sénéclic*, janvier 2009. 53P
- Wong M.H., Wu S.C., Deng W.J., Yu X.Z., Luo Q., Leung A.O.W., Wong C.S.C., Luksemburg W.J., Wong A.S.,** 2007 : Export of toxic chemicals - A review of the case of uncontrolled electronic-waste recycling; *Environmental Pollution* 149 (2007): 131-140; Doi: 10.1016/j.envpol.2007.01.044
- Xiaofeng Wang, Greg Miller, Gangqiang Ding, Xiaoming Lou, Delei Cai, Zhijian Chen, Jia Meng, Jun Tang, Cordia Chu, Zhe Mo, Jianlong Han,** 2012: Health risk assessment of lead for children in tinfoil manufacturing and e-waste recycling areas of Zhejiang Province, China; *Science of the Total Environment* , 426 (2012): 106–112.
- Yang J., Lu B., Xu C.,** 2008: WEEE flow and mitigating measures in china. *Waste management*, 28: 1589-1597; Doi: 10.1016/j.wasman.2007.08.019
- Yi-Jian Feng, Yu-Qiang Yang, Chi Zhang, Er-Xi Song, Dong-Sheng Shen, Yu-Yang Long,** 2013: Characterization of residues from dismantled imported wastes; *Waste Management* 33 (2013):1073–1078, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.01.007>
- Ying Qu, Qinghua Zhu, Joseph Sarkis, Yong Geng, Yongguang Zhong,** 2013: A review of developing an e-wastes collection system in Dalian, China. *Journal of Cleaner Production* 52: 176-184. Doi:10.1016/j.jclepro.2013.02.013
- Zhao G. Dong M. H., Rao K.; Luo J.; Wang D.,** 2008: PBBs, PBDEs and PCBs levels in hair of residents around e-waste disassembly sites in Zhejiang province, China and their potential sources. *Science of total Environment* 397, 46-57. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.03.010

**Zhaofang Ren, Xiao Xiao , Deyi Chen , Xinhui Bi, Bo Huang , Ming Liu, Jianfang Hu, Ping'an Peng , Guoying Sheng , Jiamo Fu .**, 2013: Halogenated organic pollutants in particulate matters emitted during recycling of waste printed circuit boards in a typical e-waste workshop of Southern China; *Chemosphere* 94 (2014): 143–150, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.09.065>

## **ANNEXES**

## CONVENTION DE PARTENARIAT

ENTRE LES SOUSSIGNES

### **AGENCE DE L'INFORMATIQUE DE L'ETAT (ADIE)**

Ayant son siège social au sein du TECHNOPOLE – Dakar

Téléphone : 00 (221) 33 879 34 00, Télécopie : 00 (221) 33 879 34 44

Prise en la personne de **Monsieur khassoum WONE**, Directeur Général,

Ci-après désignée «**ADIE** »

ET

### **Institut des Sciences de l'Environnement**

Ayant son siège social à la Faculté des Sciences et Techniques

Université Cheikh Anta Diop

BP : 5005 Dakar Fann Sénégal

Téléphone : +221 33 824 68 23

Prise en la personne du **Professeur Bienvenu SAMBOU**, Directeur

Ci-après désignée «**ISE** »

Ceci exposé, les différentes parties ci-dessus conviennent de ce qui suit :

### **ARTICLE PREMIER : OBJET**

La présente Convention a pour objet de définir le cadre de partenariat entre l'ADIE et l'ISE.

### **ARTICLE 2 : OBLIGATIONS DE L'ADIE**

Dans le cadre de l'exécution de la présente Convention, l'ADIE est chargée de :

- récupérer à sa charge, avec la collaboration de l'ISE, les déchets d'équipements électriques et électroniques (ordinateurs, imprimantes, fax, modems, onduleurs, ...) au niveau du Campus universitaire ;
- procéder au démantèlement desdits déchets par les agents de la Cellule de Solidarité Numérique (CSN) ;

- désigner une personne de contact directement responsable de la bonne exécution du partenariat ;
- mentionner le partenariat avec l'ISE sur tout support de communication relatif au projet e-déchets ;
- mettre à la disposition de l'ISE toute information sur les e-déchets pouvant compléter les activités de recherche des étudiants ou des professeurs ;
- participer aux activités de recherche de l'ISE dans le cadre de la gestion des e-déchets ;
- faciliter l'accueil des étudiants stagiaires de l'ISE travaillant dans le domaine des e-déchets dans des structures habilitées à les recevoir ;
- participer à la recherche de financements pour la réalisation des activités de recherche portant sur les e-déchets ;
- associer l'ISE aux activités menées par son Centre de démantèlement.

### **ARTICLE 3 : OBLIGATIONS DE L'ISE**

Dans le cadre de l'exécution de la présente Convention, l'ISE est chargé :

- de mettre à la disposition de l'ADIE les déchets d'équipements électriques et électroniques du Campus universitaire ;
- de coordonner les activités liées aux travaux de recherche convenus dans le cadre du partenariat et d'informer l'ADIE de l'évolution des activités de recherche ;
- d'impliquer l'ADIE dans la formation des étudiants en master et Doctorat travaillant sur des sujets portant sur les e-déchets ;
- d'impliquer l'ADIE dans l'organisation d'activités de sensibilisation dans le domaine de l'environnement, notamment la gestion des e-déchets ;
- de contribuer au renforcement des capacités des agents de l'ADIE dans le domaine de l'environnement, particulièrement la gestion des e-déchets ;
- d'assurer la disponibilité de ressources humaines pour les stages et travaux de recherche de l'ADIE dans le domaine des e-déchets ;
- de rechercher les financements en partenariat avec l'ADIE pour la réalisation des activités de recherche portant sur les e-déchets ;
- d'informer l'ADIE sur l'exécution des activités couvertes par la présente convention et sur toutes difficultés dans la réalisation des travaux de recherche, et le cas échéant, rechercher conjointement des solutions ;
- de partager les résultats scientifiques obtenus dans le cadre de cette collaboration ;
- de mettre sur les supports de communication relatifs aux activités sur les e-déchets (banderoles, affiches, site web) le logo de l'ADIE ;
- de participer aux activités menées par le Centre de démantèlement de l'ADIE.

**ARTICLE 4 : DUREE**

La présente Convention est valable pour une durée de trois (03) ans renouvelable d'un commun accord entre les deux parties.

Six (6) mois avant l'expiration de ce délai, il sera effectué une évaluation pour apprécier de l'opportunité de sa reconduction.

**ARTICLE 5 : RESILIATION ET MODIFICATIONS**

Chaque partie peut mettre fin à la présente Convention, sous réserve d'un préavis d'au moins un (1) mois notifié par écrit à l'autre partie.

En cas de manquement aux obligations prévues par la présente Convention, et à défaut d'un règlement à l'amiable, les parties se réservent le droit de la suspendre et de saisir les autorités judiciaires compétentes.

La présente Convention peut être modifiée à tout moment d'un commun accord par les parties.

**ARTICLE 6 : ENTREE EN VIGUEUR**

La présente Convention, qui abroge et remplace tout autre document contraire, entre en vigueur à compter de la date de sa signature par les deux parties.

27 AOU 2013

Fait et signé à Dakar, le

en deux (2) exemplaires.

Pour l'Agence De l'Informatique de l'Etat  
Par Monsieur Khassoum WONE  
Directeur Général



Pour l'Institut des Sciences de  
l'Environnement  
Par le Professeur Bienvenu SAMBOU,  
Directeur



## Mise en œuvre de la Convention de partenariat ADIE-ISE à travers des activités de collecte des DEEE à l'UCAD

Dans le cadre de leur partenariat, l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE) et L'ADIE ont effectué la 1<sup>ère</sup> phase de la stratégie nationale de collecte des déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE) le 13 mai 2014 à l'UCAD. Cette opération avait pour objectif de débarrasser l'université de ses équipements électroniques obsolètes dont les conséquences sur la santé et l'environnement sont avérées. Des fiches d'inventaire des stoks de DEEE ont été distribuées aux différentes administrations et les relevés ont permis de collecter environ 1 tonne de « e-déchets ».

N°752 · Mercredi 14 mai 2014 · Issn 02545852 · Email liberationquotidien@gmail.com

### Gestion des déchets électroniques et électriques **L'Afrique appelée à se prémunir**

*En vue de la gestion des déchets électroniques et électriques, l'Afrique est appelée à se prémunir pour éviter d'être la poubelle du monde où ces déchets à la fois volumineux et toxiques risquent d'affecter l'environnement. Une rencontre organisée par l'Institut des sciences de l'environnement (Ise) conjointement avec ses partenaires, s'est tenue hier à l'Ucad sur le sujet.*

Dans le cadre de la gestion des déchets électroniques et électriques, l'Institut des sciences de l'environnement (Ise) a organisé hier, conjointement avec ses partenaires, notamment l'Agence de l'informatique de l'Etat (Adie), la Bibliothèque universitaire (Bu), la Fondation Ucad, le Centre des œuvres universitaires de Dakar (Coud) entre autres, une rencontre au sein de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Ucad). Interpellé sur le sujet, Sada Wane, Directeur général de l'Adie a d'emblée précisé que l'évolution notable dans le domaine de l'informatique est âprement justifiée par l'avancée technologique. En effet, a-t-il indiqué « le matériel électronique et électrique se renouvelle vite et même très vite ». Toutefois, Sada Wane a souligné que pour une durée de vie relativement courte, les équipements nous gênent en grande quantité ». Poursuivant, il a informé qu'« inusités ou inutilisables, ils deviennent des déchets des équipements électriques, électroniques, qu'il est communément convenu d'appeler lvg ». Dans ce cadre, M. Wane de dire que « ces matériaux posent à la fois un problème d'environnement et de santé publique ». Car, soutient-t-il, « ils contiennent pour la plupart, au delà des substances valorisables, des éléments très toxiques ». Non sans ajouter : « le programme des nations unies pour l'environnement estime à plus de 50 millions de tonnes le volume des e-déchets par an dans le monde. Et plus de la moi-

tié atterrit naturellement dans les pays en voie de développement ».

Fort de ce constat, Sada Wane a indiqué que « l'Afrique devrait se prémunir pour éviter d'être la poubelle du monde où ces déchets à la fois volumineux et toxiques qui, si l'on y prend garde, risquent d'affecter irrémédiablement notre environnement ».

Pour sa part, le représentant du recteur de l'Ucad, Kandiora Noba est revenu sur les nouveaux types de déchets d'équipements électroniques et électriques (Deee) ou e-déchets. D'après M. Noba, ces déchets dangereux de par leur composition complexe en métaux lourds, mercure etc, contiennent en plus des plastiques, des métaux de base tel que le cuivre, l'aluminium, mais également des métaux précieux entre autre l'or, l'argent, le palladium ou la platine et des métaux spéciaux comme l'indium, le tellure dont certains peuvent être valorisés.

Se référant aux raisons économique, sanitaire et environnementale, Kandiora Noba a noté qu'« il est important aujourd'hui d'envisager une gestion plus responsable de ces déchets électroniques et électriques ». Sur ce, a-t-il déploré, « au Sénégal, les seules pratiques mises en œuvre jusqu'ici portent sur le stockage, la mise en décharge et l'incinération qui constituent en elles mêmes une menace permanente pour les populations ».

Keudi Fall (Stagiaire)

La Tribune - N° 783 Mercredi 14 Mai 2014

CÉRÉMONIE DE LANCEMENT DE COLLECTE DE DÉCHETS ÉLECTRIQUES

## « Le recyclage clandestin des déchets électriques et informatiques est dangereux »

Par Ndèye Fatou DIOP (Stagiaire)

« **L**e recyclage clandestin des déchets électriques et informatiques est dangereux ». Tel pourrait être le résumé des interventions lors de la cérémonie de lancement de collecte de déchets électriques. Elle a été organisée par l'Institut des sciences de l'environnement (Ise) en partenariat avec l'Agence de l'informatique de l'état (Adie). Cette cérémonie a été principalement initiée par Diomaye Dieng, un ancien étudiant à l'Ise. Il travaille actuellement dans l'administration. Selon lui, il a fallu deux années de recherches pour la réussite de ce projet. Ce projet a été réalisé suite au constat que le recyclage clandestin de ces déchets est dangereux. Ces déchets renferment des métaux lourds, des métaux toxiques et des métaux précieux, expliquent les intervenants. Les

« dioulas » ou ferrailleurs font ce recyclage en « ignorant les conséquences néfastes de ce travail ». Ces déchets sont toxiques et nuisibles à la santé, selon les organisateurs de cette cérémonie. Ainsi, c'est une gestion plus responsable des déchets qui est recommandée. Une œuvre intitulée « Les déchets informatiques et informatiques en Afrique », a attiré l'attention. Le Professeur Cheikh Diop et Mme Thioune sont les auteurs de ce livre préfacé par le ministre M. Aly Haidar. Cheikh Diop explique que ce projet n'était au début qu'une concertation entre étudiants et professeurs, mais maintenant il est en phase d'être appliqué dans les pays comme le Bénin, le Mali, entre autres. Ils ont débuté ce projet à l'Université pour faire de ce lieu un espace écologique.

Développement durable

## L'Ucad collecte ses déchets électroniques.

L'Institut des sciences de l'environnement (Ise), en collaboration avec l'Agence de l'informatique de l'Etat (Adie), a lancé hier une opération de sensibilisation et de collecte des déchets des équipements électriques et électroniques sur le campus de l'Ucad. Cette opération marque le lancement du projet Campus vert élaboré avec des partenaires tels que l'Océanium ou l'initiative Rse Sénégal.

**Par Bastien DAVID**

Plus de la moitié des Déchets des équipements électriques et électroniques (Deee) produits à l'échelle de la planète atterrissent dans les pays du Sud, principalement en Asie et en Afrique. Selon Sada Wane, directeur adjoint de l'Adie (Agence de l'informatique de l'Etat), cette situation risque de s'empirer à la mesure des estimations qui prévoient une croissance par an de 3 à 5% de ces Deee dont une grande partie est convoyée sous les cieux africains.

Les services de l'Etat et des douanes prévoient pour 2015 l'entrée sur le territoire sénégalais de 32 000 tonnes de matériels électronique et informatique qu'il soit de seconde main ou pas. A terme, ces produits finiront dans le secteur informel entre les mains des recycleurs de Colobane et de Pikine peu soucieux de l'avenir des substances valorisables qu'ils renferment tels que le cuivre ou autre, mais beaucoup moins de la dangerosité du plomb et du mercure.

Face à ce constat, l'Ise (Institut des

sciences de l'environnement) a pris l'initiative de sensibiliser et de partager son travail sur cette problématique en direction de son premier public, les étudiants. L'Ise a ainsi décidé de balayer devant sa propre porte et faire taire ceux qui reprochent aux universitaires de trop théoriser. Elle a donc décidé de mettre les choses en mouvement à travers sa cellule de recherche sur le recyclage qui vient de publier un ouvrage. S'intitulant *Les déchets électroniques et informatiques en Afrique : défis et opportunités*, il est l'œuvre de deux chercheurs, Cheikh Diop et Ramata Molo Thioune qui se sont penchés sur le cas de trois pays, le Sénégal, le Mali et le Bénin. Dans la pratique et avec des partenaires étatiques et non-étatiques, l'Ise organise depuis hier une collecte de ces Deee à l'Ucad baptisée *Campus vert*.

[bdavid@lequotidien.sn](mailto:bdavid@lequotidien.sn)

[www.lequotidien](http://www.lequotidien)

## GESTION DES DECHETS ELECTRONIQUE ET INFORMATIQUE AU SENEGAL

### Plaidoyer pour l'interdiction de l'importation de téléviseurs analogiques

L'Institut des Sciences de l'Environnement (Ise) de l'Université Cheikh Anta Diop (Ucad) de Dakar, en collaboration avec l'Agence de l'Informatique de l'Etat (Adie), a organisé hier, mardi 13 mai 2014, une opération de collecte des déchets des équipements électriques et électroniques (Deee) à l'Ucad. Lors du lancement officiel de cette opération, le directeur adjoint de l'Adie, Sada Wane, a lancé un appel en faveur du gel des importations de certains produits électroniques au Sénégal comme les postes de téléviseurs analogiques du fait qu'elles ne seront plus fonctionnelles avec le passage de l'analogie vers le numérique.

Le directeur adjoint de l'Agence de l'informatique de l'Etat (Adie), Sada Wane, est pour l'interdiction des importations de téléviseurs analogiques au Sénégal. Il l'a fait savoir hier, mardi 13 mai. Prenant part au lancement officiel de l'opération de collectes des déchets des équipements électriques et électroniques (Deee) à l'UCAD, Sada Wane a plaidé pour le gèle des importations des postes téléviseurs analogiques. Pour cause, «ces récepteurs ne seront plus fonctionnels avec l'avènement projeté du passage de l'analogique vers le numérique».

«En juin 2015, beaucoup de matériel ne pourront plus fonctionner. Des dispositions devraient être donc prises avec la Commission nationale de transition de l'analogique vers le numérique (Contan) pour que, à un moment donné, l'importation des téléviseurs analogiques soit stoppée

parce que sinon, on va léser nos concitoyens qui vont devoir acheter des matériels qui ne seront plus fonctionnels à partir de cette date», a-t-il fait savoir tout en invitant l'Etat, via la Commission nationale de transition de l'analogique vers le numérique à prendre ses responsabilités.

Dénommé «zéro Deee à l'Ucad», cette opération de collecte des Deee à l'Ucad est organisée par l'Institut des Sciences de l'Environnement (Ise) en collaboration avec l'Agence de l'Informatique de l'Etat (Adie). Menée en partenariat avec le rectorat, le Centre des œuvres universitaires de Dakar (Coud), l'Océanium et l'initiative Rse Sénégal, la première phase de cette opération entamée hier a donné des résultats plutôt satisfaisants.

(Suite en page 3)

### Plaidoyer pour l'interdiction de l'importation de téléviseurs analogiques

[Suite de la P.2] Elle a permis la collecte d'une cinquantaine de vieux appareils électroniques et informatiques à la Bibliothèque universitaire et à la Faculté des Sciences et Techniques. Dans le long terme, elle vise à débarrasser ce temple du savoir de tous les déchets des équipements électriques et électroniques tels que des ordinateurs, imprimantes, téléviseurs, téléphones etc.

De son côté, Bienvenu Sambou, directeur de l'Institut des Sciences de l'Environnement a indiqué que cette collecte fait suite à des activités de recherche sur les Deee que l'ise a mené durant ces six dernières années en vue de proposer des solutions pour une meilleure gestion de ce nouveau type de déchets. «En 2008, une étude sous régionale financée par le Centre de Recherche pour le Développement International (Crdi) avait été menée en collaboration avec les universités de Bamako (Mali) et d'Abomey Calavi (Benin). Ce travail de recherche a conduit à la publication d'un ouvrage intitulé : "Les déchets électroniques et informatiques en Afrique: défis et opportunités pour un développement durable au Bénin, au Mali et au Sénégal" en mars dernier». Invitant à une mobilisation de tous les acteurs universitaires, le directeur de l'ise souligne que cette opération constitue un axe fondamental du projet «Campus vert» que son institut compte mettre en œuvre.

Revenant sur l'importance de cette collecte, Cheikh Diop, professeur à l'Institut des sciences de l'environnement, coordonnateur régional de cette étude et Co-directeur de la publication assure: «il y a de l'or, de l'argent et d'autres matériaux précieux dans les appareils électroniques et informatiques, mais une récupération artisanale peut causer des dégâts, comme c'est arrivé dans la banlieue de Dakar (Thiaroye) où la récupération du plomb a causé la mort d'une trentaine de personnes», prévient-il.

Nando Cabral GOMIS

**Sud**  
Quotidien

Groupe Sudcommunication  
Amitié II x Bourguiba  
BP 4190 -

Tél : 33 824 33 06 - 33 824 33 13 - 33 824 33 15  
33 822 27 65 Fax : 33 824 33 22

Sud Quotidien

Edité par Sud Sarl

Associés : La Rédaction

Administrateur-Directeur des Publications

Abdoulaye Ndiaga Sylla

Directeur de la publication

Vieux SAVANE

Rédacteur en Chef

Malick NDAW

Chef d'édition

Abdoulaye THIAM

Impression : GRAPHIK SOLUTIONS

Distribution :

Tél : 33 825 53 53 - Fax : 33 824 52 99

Service commercial

Tél : 33 825 53 53 - Fax : 33 822 02 50-824 52 99

e-mail : sudcommercial@sudonline.sn

Adresse Internet

http://www.sudonline.sn

E-mail : sudquotidien@yahoo.fr

ENVIRONNEMENT

# L'ise en croisade contre les déchets électroniques et électriques

Une opération de collecte de Déchets d'équipements électroniques et électriques (Deee) ou E-déchets a été organisée hier par l'Institut des sciences de l'environnement (Ise) en collaboration avec l'Agence de l'informatique de l'Etat (Adie).

Avec l'évolution technologique, les équipements électriques et électroniques sont devenus des outils indispensables, mais aussi très vite renouvelables. Ce matériel vient en très grande quantité dans les pays en développement comme le Sénégal. Inutilisé, il devient des Déchets d'équipements électroniques et électriques (Deee) ou E-déchets. Cependant, ces équipements obsolètes contiennent pour la plupart, au-delà des substances valorisables, des éléments très toxiques qui posent, à la fois, un problème d'environnement et de santé publique. C'est pourquoi l'Institut des sciences de l'environnement (Ise), en collaboration avec l'Agence de l'informatique de l'Etat (Adie), a organisé, hier, au parking de la faculté des Sciences juridiques et politique de l'Ucad, une opération de collecte de ces déchets. Ce geste constitue un axe fondamental du projet « Campus vert » que l'institution universitaire entend mettre en œuvre. « C'est justement pour

prévenir ces risques que l'Adie a mis l'accent sur une gestion écologique et rationnelle de ces déchets par la mise en place d'une unité durable avec l'implication des différentes parties prenantes des structures publiques et privées pour contribuer à la réalisation des objectifs du millénaire pour le développement », a déclaré le Dga de l'Adie, Sada Wane.

Pour le Pr Noba, représentant du recteur de l'Ucad, les problèmes que pose l'utilisation de ce matériel, la demande sans cesse croissante de ces équipements et les dangers tant pour l'homme que pour l'environnement poussent à réfléchir sur leur gestion. « Ces déchets dangereux ont une composition complexe en métaux lourds comme le plomb et le mercure, en métaux de base tels que le cuivre, l'aluminium et en métaux précieux comme l'or, l'argent, le palladium », a estimé le représentant du recteur.

Pour des raisons économiques, sanitaires et environnementales,



Des millions de tonnes de déchets électroniques et électriques envahissent chaque année les pays en développement, d'où l'urgence d'assurer leur gestion.

ajoute-t-il, il est important d'envisager aujourd'hui une gestion plus responsable de ces déchets. Malheureusement au Sénégal, les pratiques mises en œuvre jusqu'ici comme le stockage, la mise en décharge et l'incinération constituent une menace permanente pour les populations. « La gestion et la valorisation des Deee sont devenues un défi qui interpelle en particulier la communauté scientifique, les bailleurs de fonds et les décideurs. Bien heureusement, de nos jours, des voix s'élèvent pour exiger la mise en place d'un cadre législatif et réglementaire pour une gestion écologique et rationnelle de ces produits », a déclaré le Pr Noba. Au Sénégal, relève-t-il, les activités de recyclage des déchets

dangereux se développent rapidement dans le secteur informel et engendrent de sérieux problèmes d'environnement et de santé publique.

De son côté, le Pr Bienvenu Sambou, directeur de l'Ise, estime que le caractère manifestement complexe de cette problématique de recherche a nécessité l'implication de différentes disciplines (chimie, droit, économie, sociologie etc.), et de différents partenaires, notamment des universités au Sénégal (Ucad), au Bénin et au Mali. Il a demandé à l'université Cheikh Anta Diop et à toutes ses composantes de se mobiliser autour de la collecte et de la gestion de ces déchets pour faire de l'espace universitaire un espace écologique sans E-déchets ou sans déchets tout court.

Le Pr Cheikh Diop, co-auteur du livre « Les déchets électroniques et informatiques en Afrique, défis et opportunités pour un développement durable au Bénin, au Mali et au Sénégal » et coordonnateur du projet E-déchets, constate partout dans ces trois pays un vide juridique concernant la gestion de ces déchets.

Ndiol Maka SECK

## 50 millions de tonnes d'E-déchets par an à travers le monde

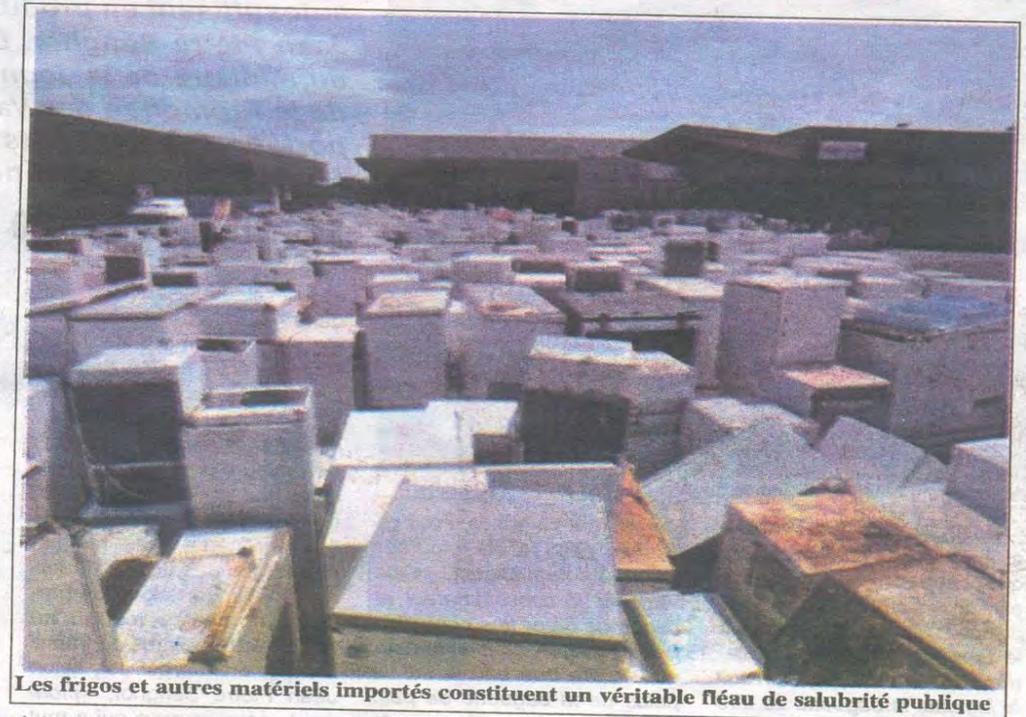
Le Programme des Nations unies pour l'environnement (Pnue) estime à plus de 50 millions de tonnes le volume des E-déchets pour an à travers le monde, a souligné Sada Wane, Dga de l'Adie. A l'en croire, plus de la moitié de ce volume des E-déchets atterrit dans les pays en développement. « C'est pour cette raison que l'Afrique devrait se prémunir pour éviter d'être la poubelle du monde pour ces déchets à la fois volumineux et toxiques et qui, si l'on n'y prend pas garde, risquent d'affecter irrémédiablement notre environnement », a-t-il expliqué. Il ajoute qu'en 1960, la durée de vie d'un ordinateur était de 10 ans, aujourd'hui elle est de deux ans ou même moins.

Nd. M. SECK

## ENVIRONNEMENT IMPORTATION DE MATERIELS INFORMATIQUES **L'encadrement juridique, grand absent de la chaîne de contrôle**

*Les populations sont de plus en plus exposées aux produits toxiques incorporés dans les matériels informatiques et ménagers importés de l'extérieur. Un risque qui s'amplifie avec l'importation accrue d'accessoires tels que les ordinateurs, imprimantes, photocopieuses... Les autorités ne sont pas indifférentes à cette menace. Elles tardent, cependant, à mettre en place un cadre juridique de régulation de ces outils, au-delà des contrôles douaniers et fiscaux.*

L'importation de matériels informatiques est devenue un fonds de commerce pour les hommes d'affaires et les caisses de l'Etat. Ce, au détriment de la santé des populations. Aujourd'hui, au-delà des contrôles douaniers et autres procédures administratives, il n'existe pas encore un cadre



Les frigos et autres matériels importés constituent un véritable fléau de salubrité publique

réglementaire qui veille sur la qualité des accessoires importés. C'est ce qu'a relevé, hier, le Pr. Cheikh Diop, coordonnateur du projet *e-déchet*. C'était lors d'une opération de ramassage de machines obsolètes, abris de «déchets électroniques». La collecte a eu pour cadre l'université de Dakar. Diop qui signale l'absence d'un cadre juridique de contrôle de ces appareils, ajoute que «le projet e-déchets consiste au

recyclage des déchets d'équipements électriques et électroménagers (Deee) selon des normes adéquates sans risques pour les travailleurs, les populations et l'environnement».

Adjoint au directeur général de l'Agence de l'informatique de l'Etat (Adie), Sada Wane a soutenu que les autorités vont bientôt se lancer dans une campagne de sensibilisation relative à l'utilisation de ces

matériels informatiques et ménagers importés. Il révèle également que la durée de vie des machines est passée de 10 à 2 ans, de 1960 à nos jours. Le Dga de l'Adie fait aussi savoir que ce sont près de 50 millions de tonnes de déchets électroniques qui sont produites par an, à travers le monde et que plus de la moitié de cette quantité est expédiée vers les pays en développement.

Bienvenu Sambou, directeur de l'Institut des sciences de l'environnement (Ise), soutient que la réduction de la durée de vie des machines s'est soldée par une accumulation rapide des déchets au point de constituer une menace pour la santé des populations. Le Pr Noba Kandioura, venu en tant que représentant du recteur de l'Université de Dakar, a indiqué que la quantité de déchets électroniques a connu une croissance de 3 à 5 %. M. Kandioura qui rappelle que les matériaux informatiques désuets sont essentiellement constitués de métaux lourds dangereux tels que le plomb, le mercure, à côté des métaux précieux tels que l'or, a invité les usagers à plus de vigilance.

Emile DASYLVA

LES QUESTIONNAIRES AUX ACTEURS

**A.3. 1 : QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX DISTRIBUTEURS D'EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES ET INFORMATIQUES**

**a. Numéro de la fiche**

Date de l'interview (jj/mm/aa) :...../...../2008

Nom de l'enquêteur :.....

Quartier :.....

Nom de l'enquêté (facultatif) :.....

Titre de l'enquêté :.....

**b. Note introductive**

Après présentation de l'enquêteur : « j'effectue cette enquête pour le compte du CRDI. Votre opinion et les informations que vous pourrez nous offrir seront intégralement utilisées pour l'amélioration de la qualité de la gestion des DEEI au Sénégal. Ainsi, l'exactitude de vos réponses est incontournable pour la réussite de ce projet de recherche en vue de donner une réponse à des interrogations qui sont d'actualité même dans les pays développés.

**I/Informations générales:**

1. Pays:.....
2. Région :.....
3. Département .....
4. Ville /
5. Quartier.....

**1. Identification de l'enquêté(e)**

6- Nom..... Prénom.....

7- Lieu de naissance.....

8- Nationalité.....

9- Age :

Moins de 20 ans , 20 ans-30 ans , 30ans-40ans ,

40ans-50 ans , 50ans-60ans , Plus de 60ans

10- ethnie.....

11- sexe :

1. Masculin                      2. Féminin

12- situation matrimoniale :

1. Marié(e)                      2. Célibataire

13- Niveau d'instruction :

1. Aucun                      2. Primaire                      3. Secondaire  
4. Supérieur                      5. Ecole coranique uniquement                      7. Alphabétisé en langue locale

14- Profession : .....

## II/ Détails d'enquête

15- Quel genre de matériels informatiques et électroniques vendez-vous? (*Équipements en entier*)

1. Ordinateurs fixes                      2. Ordinateurs portables                      3. Téléphones fixes  
4. Photocopieurs                      5. Téléphones portables                      6. Clefs USB                      7. Lecteurs MP3  
8. Imprimantes                      9. Télévision                      10. Scanneurs                      11. Photo numérique                      12. Caméra                      13. Vidéoprojecteurs  
14. Lecteurs VCD et DVD                      15. Scanneurs                      16. radio

16. Quel genre de pièces détachées de matériels informatiques et électroniques vendez-vous?

1. Unités Centrales                      2. Claviers                      3. Souris  
Autres.....

17- Où vous procurez-vous votre marchandise ?

- 1- Importateur                      2- Distributeurs agréés                      3. Autres

18- Combien d'équipements électroniques et informatiques vendez-vous?

...../jour                      ..... /semaine..... /an

19- Quelles sont les caractéristiques des équipements vendus? (renseignez le tableau suivant)

Désignation	Prix Unitaire	Etat lors de la vente		
		Neuf	Occasion fonctionnelle	Panne
téléviseur				
radio				
ordinateur				
imprimante				
lecteur				
vidéo				
téléphone fixe				
téléphone portable				
jeux vidéo et autres gadgets électroniques				
appareil photo				
camera				
Autres à préciser :.....				

**20- Qui sont essentiellement vos clients?**

1. Étudiants                      2. Fonctionnaires                      3. Société privée  
 4. Administration                      5. Entreprises Publiques

**21- Que viennent-ils chercher chez vous?**

1. Moins chères                      2. Du neuf

**22- Quelles est la garantie de vos produits?**

1. Moins de 3 mois                      2. 3mois à 6mois  
 3. 6 mois à 12mois                      4. Plus de 1 an  
 5. Pas de garantie

**23- Vous préoccupez-vous du devenir des équipements déjà vendus?**

1. Oui                                      2. Non

**24-** le capital technique : Votre équipe dispose-t-elle de techniciens ou d'ingénieurs pour la révision de vos équipements ?

1. Oui

2. Non

**25-** En cas de panne irréparable quelles sont les suites à donner au produit ?

1-Jetés

2- Incinérés

3-Livrés aux recycleurs

Autres possibilités à préciser.....

**26-** Savez-vous que les déchets informatiques dégradent l'environnement?

1. Oui

2. Non

**27-** Accepteriez-vous de vendre uniquement les machines neuves pour lutter contre la dégradation de l'environnement?

1. Oui

2. Non

**28-** Accepteriez-vous de reprendre les machines inutilisables pour les donner aux entreprises agréées?

1. Oui

2. Non

**29-** Que demanderiez-vous en contrepartie?

Somme en FCFA.....

Gratuitement.....

### A.3.2 : QUESTIONNAIRE ADRESSE MENAGES

Date de l'interview (jj/mm/aa) :...../...../2008  
Nom de l'enquêteur :.....  
Quartier :.....  
Nom de l'enquêté (facultatif) :.....  
Titre de l'enquêté :.....

1. pays :.....
2. région :.....
3. département :.....
4. ville /
5. quartier.....

6- Nom..... Prénom.....  
7- Lieu de naissance.....  
8- Nationalité.....

#### I. INFORMATIONS GENERALES SUR LE CHEF DE MENAGE ENQUETE

9. Sexe de l'enquêté  
1. Masculin  2. Féminin
10. Age du chef de ménage  
1. 18 à 25 ans  2. 26 à 36 ans  3. 37 à 59 ans  4. 60 ans et plus
11. Statut matrimonial  
1. célibataire  2. Marié(e)  3. Divorcé(e)  4. Veuf (ve)
12. Taille du ménage  
1. Moins de 5 personnes  2. 5 à 10 personnes  3. 11 à 15 personnes  4. 16 à 20 personnes   
5. Plus de 20 personnes
13. Etes-vous propriétaire de la maison que vous occupez ?  
1. Oui  2. Non
14. Quel est votre niveau d'éducation ?  
1. Supérieur  2. Moyen-secondaire  3. Primaire  4. Coranique  5. Aucun
15. Quel est votre statut social et professionnel?  
1. Fonctionnaire  2. Chômeur  3. Retraité  4. Employé dans le privé   
5. Employeur  6. Autres
16. Quelles sont vos activités secondaires ?  
1. Commerce  2. Bricolage  3. Autres à préciser
17. Quel est le niveau moyen de votre revenu mensuel ?  
1. moins de 37 500 FCFA  2. 37 500 à 100000 FCFA  3. 101 000 à 200000 FCFA   
4. 201 000 à 300000 FCFA  5. Plus de 300 000 FCFA  6. Ne répond pas
18. Avez-vous des connaissances en électronique et ou en informatique ?  
1. Beaucoup  2. Un peu  3. Pas du tout

#### II. DÉTAILS D'ENQUÊTE

19- Pouvez-vous nous indiquer le nombre d'unités dont vous possédez parmi les équipements suivants ?







18. Si vous avez un atelier, êtes-vous propriétaire ou locataire de l'établissement qui l'abrite?
1. propriétaire                      2. Locataire                      3. Prêt

**II. APPRECIATION DE LA FILIERE DES DEEE**

1. Comment se porte l'activité de réparation des DEEE ?
1. bien                      2. Plus ou moins bien                      3. Mal
2. Quel type d'équipements réparez-vous ?
1. Télé                      2. Radio                      3. Ordinateurs                      4. Portable                      5. Autres à préciser
3. Après la réparation que faites-vous des résidus d'équipements ?
1. Commercialiser                      2. Stocker                      3. jeter                      4. Autres à préciser
4. Quel est en moyenne le niveau de revenu journalier d'un réparateur de DEEE?
1. Moins de 5000 FCFA/jour                      2. 6000 à 10000 FCFA/Jour                      3. 11000 à 20 000 FCFA  
4. 21000 à 25000 FCFA                      5. Plus de 25000 FCFA                      6. Ne répond pas
5. Dépense journalière moyenne de l'activité d'un réparateur ?
1. moins de 2500FCFA                      2. 2500 à 5000FCFA                      3. 6000 à 10000 FCFA                      4. Plus de 10000FCFA
6. Comment trouvez-vous votre travail de réparateur ?
1. Difficile                      2. Risqué                      3. Facile                      4. Plus ou moins bien                      5. Autres à préciser
7. Les femmes sont-elles actives dans la réparation des DEEE ?
1. Oui                      2. Pas tout à fait                      3. Parfaitement
8. Qui vous donne les articles que vous réparer ?
1. Utilisateur                      2. Récupérateurs                      3. Entreprises  
4. autre à préciser
9. Quels rapports entretenez-vous avec les autres réparateurs?
1. Collaboration                      2. Concurrence                      3. Fournisseurs                      5. Pas de rapports  
6. Autres à préciser
10. Quels sont les avantages de la filière de réparation de DEEE?
1. Non saturée                      2. Rentabilité                      3. Méconnue                      4. Pas coûteuse                      5. Autres à préciser
11. quelles améliorations souhaiteriez-vous ?

Amélioration souhaitée	1= oui, 2= non
Une organisation de la filière	
Une formation sur les techniques de réparation	
Filtration des DEEE dangereux aux portes d'entrée	
Réduction des DEEE ?	
Création de sites propres pour les réparateurs des DEEE ?	

**III. CONNAISSANCE DES DEEE**

1. A votre avis pourquoi y a-t-il autant de DEEE au Sénégal ?
1. Importation                      2. La vogue de l'électronique                      3. Ignorance des populations                      4. Autres à préciser
2. Quelles sont les marques que vous réparez ?
1. Nokia                      2. Sharp                      3. Chinoise                      4. Française                      5. Anglaise                      6. Japonaise                      7. Autres à préciser
3. Quels sont vos critères de préférence ?



### A.3.4 : QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX RECYCLEURS DE DECHETS ELECTRONIQUES

Date de l'interview (jj/mm/aa) : ...../...../2008.....  
Nom de l'enquêteur : .....  
Quartier : .....  
Nom de l'enquêté (facultatif) : .....  
Titre de l'enquêté : .....

#### b. Note introductive

Après présentation de l'enquêteur : « j'effectue cette enquête pour le compte du CRDI. Votre opinion et les informations que vous pourrez nous offrir seront intégralement utilisées pour l'amélioration de la qualité de la gestion des DEEE au Sénégal. Ainsi, l'exactitude de vos réponses est incontournable pour la réussite de ce projet de recherche en vue de donner une réponse à des interrogations qui sont d'actualité même dans les pays développés.

1. pays : .....
2. région : .....
3. département .....
4. ville /
5. quartier.....

#### 1. Identification de l'enquêté(e)

6. Nom .....prénoms .....
7. Adresse complète : .....
8. Activité Principale : .....
9. Nationalité.....

## II. INFORMATION GENERALES SUR LE RECYCLEUR ENQUETE

10. Quel est le sexe de l'enquêté ?   
1. Masculin                      2. Féminin
11. Quel est votre âge ?   
1. moins de 18ans    2. 18 à 36 ans    3. 37 à 59 ans                      4. 60 ans et plus
12. Quelle est votre nationalité ?   
1. Sénégalaise            2. Autre pays de l'Afrique de l'Ouest            3. Autres
13. Quel est votre statut matrimonial ?   
1. célibataire            2. Marié(e)            3. Divorcé(e)            4. Veuf (ve)
14. Avez-vous un ménage ?   
1. Oui                                      2. Non
15. Si oui quelle est sa taille ?   
1. Moins de 5 personnes    2. 6 à 15 personnes    3. 16 à 20 personnes    4. Plus de 20 personnes
16. Avez-vous votre propre concession ?   
1. Oui                                      2. Non
17. Quel est votre niveau d'éducation ?   
1. Supérieur    2. Moyen-secondaire    3. Primaire    4. Coranique    5. Aucun
18. Avez-vous un autre métier ?   
1. Oui                                      2. Non
19. Y a-t-il des membres de votre famille ou des amis qui font le même travail ?



37-Quels sont les sites ou établissements où on trouve le plus facilement de DEEE ?   
 1. ONG 2. Ecoles 3. Universités 4. Cyber 5. Entreprises 6. Administrations

38-La filière des DEEE est-elle organisée ?   
 1. Parfaitement 2. Pas du tout 3. Ne sait pas

39. Etes-vous membre d'une association travaillant dans la gestion et la valorisation des DEI ?  
 1. OUI 2. NON

40-Quels rapports entretenez-vous avec les réparateurs et récupérateurs ?   
 1. Collaboration 2. Pas de rapports 3. Autre à préciser

41-Quels sont les avantages de la filière?  
 1. Non saturées 2. Mal connue 3. Non coûteux 4. Autre à préciser

42-Quelles sont les difficultés du Métier ?   
 1. Manque d'organisation 2. Risques sanitaires 3. DEEE mêlés aux ordures ménagères  
 4. Autres à préciser

43-Quelles améliorations souhaiteriez-vous ?

Amélioration souhaitée	1= oui, 2= non
Une organisation de la filière	
Une formation sur les techniques de récupération et de recyclage	
Formation aux techniques et à l'identification des produits recyclables	
Filtration des DEEE dangereux aux portes d'entrée	
Réduction des DEEE ?	
Création de sites propres aux DEEE ?	
Renforcement des rapports avec établissements qui rejettent plus d'articles en fin de vie	

### III CONNAISSANCE DES DEEE

44-A votre avis pourquoi y a-t-il autant de DEEE au Sénégal ?  
 1. Importation 2. Non recyclage 3. La vogue de l'électronique 4. Ignorance des populations  
 5. Autres à préciser

45-Quels sont les types de DEEE que vous recyclez le plus ?  
 1. Informatique 2. Téléphonique 3. Poste téléviseur  
 4. électroniques 5. Autres à préciser

46- quels sont les éléments qui y sont extraits ?  
 Métaux  
 1. Plomb 2.Or 3.Aluminium

Autres (à préciser).....  
 Plastiques et verres  
 1. Les emballages 2.les écrans   
 Autres (à préciser).....  
 Autres éléments extraits :  
 .....

47-Quelles sont vos marques préférées?  
 1. Nokia 2. Sharp 3. Chinoise 4. Française 5. Autres à préciser

48-Quels sont vos critères de préférence ?  
 1. Coût 2. Durée de vie 3. Disponibilité 4. Facilité de commercialisation  
 5. Connaissance de ces types de DEEE 6. Autres à Préciser

49-Vous arrive-t-il de réutiliser directement des DEEE ?  
1. Oui 2. Quelques fois 3. Jamais 4. Non

50-Quelle appréciation faites-vous de la durée de vie des DEEE recyclés comparés aux articles neufs ?  
1. Longue 2. Satisfaisante 3. Courte 4. Autre à préciser 5. Ne sait pas

51-Quels sont les dangers et risques des DEEE ? (santé, environnement, éco ...)  
1. Dégrade l'environnement 2. Maladie 3. Blessure 4. Tue le marché des articles neufs  
5. Nuisance et pollution 6. Autres à préciser

52-Saviez-vous que certains des DEEE que vous recyclez sont très toxiques et mortels ?  
1. Oui 2. Non

53-A votre avis, quels sont les composants les plus dangereux ?  
1. Plastiques 2. Métaux lourds 3. Verres 4. Ne sait pas 5. Autres à préciser

54-Quels sont vos outils de travail ?  
1. Sacs 2. Couteau 3. Chaussures de sécurité 4. tenue de travail 5. Autres à préciser

55-Vous protégez-vous convenablement ?  
1. Oui 2. Non 3. Ne réponds pas

56-De quoi avez-vous besoin pour une meilleure protection ?  
1. Outils de travail 2. Tri des DEEE 3. Autres à préciser

57-Quelles sont les maladies provoquées par les DEEE?  
1. Tétanos 2. Cancer 3. Tuberculose 4. Autres infections 5. Hépatites 6. Autres à préciser

58-A votre avis, est-il nécessaire de traiter les DEEE ?  
1. Tout à fait 2. Pas du tout 3. Ne sait pas 4. Ne répond pas

59- Pensez-vous qu'une intervention de l'Etat serait souhaitable au bon fonctionnement de votre entreprise ?  
1. OUI 2. NON

60- Avez-vous déjà bénéficié d'une aide gouvernementale ?  
1. OUI 2. NON.....

61- êtes-vous en partenariat avec une ONG ?  
1. OUI 2. Non.....

SI OUI Laquelle ?.....

62-Comment se manifeste le partenariat ?.....  
1-Prise en charge Médicale 2-Microcredits  
3- renforcement de capacité 4- don de matériel

63-Que pensez-vous d'un groupement de collecteurs, recycleurs, réparateurs ?.....  
.....  
.....

**GESTION DES DÉCHETS D'ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET  
ÉLECTRONIQUES (DEEE) AU SÉNÉGAL : ENJEUX  
ENVIRONNEMENTAUX ET CONTRIBUTION DES ACTEURS**

**Diomaye DIENG<sup>1\*</sup>, Cheikh DIOP<sup>1</sup> et El hadji Mamadou SONKO<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Laboratoire d'Etudes Environnementales des Milieux Urbains (LEEMUR) ;  
Institut des Sciences de l'Environnement ; Faculté des Sciences et  
Technique ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar,  
BP 5005 Dakar-Fann, Sénégal*

<sup>2</sup> *EAWAG: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.  
Eawag Überlandstrasse 133 P.O.Box 611, 8600 Dübendorf, Switzerland*

\* Correspondance, e-mail : [diengdiomaye@yahoo.fr](mailto:diengdiomaye@yahoo.fr)

**RÉSUMÉ**

La gestion des Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE) présente des enjeux socio-économiques et environnementaux pour le Sénégal. La quantité de ces déchets augmente rapidement et les méthodes de gestion informelle exposent l'environnement et les populations aux risques liés à la présence de métaux lourds et d'autres composants dangereuses. Les objectifs de cette étude consistent à déterminer les enjeux de la gestion des DEEE et l'engagement des acteurs dans l'organisation de la filière. A travers la revue de la littérature, des enquêtes et des visites de terrains, les données collectées renseignent sur la diversité des acteurs et sur le manque de performance des méthodes actuelles de prise en charge des DEEE. En effet, 80,5 % des importateurs/distributeurs et 63 % des utilisateurs professionnels ont moins de 40 ans; 65,9 % des réparateurs sont âgés au plus de 36 ans. Les acteurs de sexe masculin représentent respectivement 91,8 % ; 88 % ; 72,5 % ; 97,7 % et 100 % des importateurs/distributeurs, des utilisateurs professionnels, des ménages, des réparateurs et des recycleurs. Le recyclage et la valorisation des DEEE génèrent des emplois. Cependant, les méthodes informelles de recyclage créent des problèmes de santé publique. Face à cette situation, certains acteurs s'engagent à reprendre les équipements obsolètes et à payer le coût du traitement à l'achat.

**Mots-clés** : *gestion, enjeux, déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), environnement, acteurs, Sénégal.*

**Diomaye DIENG et al.**



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 11(5): 2393-2407, October 2017

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal  
of Biological and  
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbes>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) au Sénégal : acteurs et stratégie d'organisation de la filière

Diomaye DIENG<sup>1\*</sup>, Cheikh DIOP<sup>1</sup>, El hadji Mamadou SONKO<sup>1,2</sup>, Jean Birane GNING<sup>1,3</sup>, Mamané DJITTE<sup>1</sup> et Cheikhou Ibrahima Diaby GASSAMA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences et Technique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005 Dakar-Fann, Sénégal.

<sup>2</sup>EAWAG: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Eawag Überlandstrasse 133 P.O.Box 611, 8600 Dübendorf, Switzerland.

<sup>3</sup>Cellule de Solidarité Numérique de l'Agence de l'Informatique de l'Etat (ADIE); BP: 6944 Dakar- Etoile; Sénégal.

\*Auteur correspondant; E-mail: [diengdiomaye@yahoo.fr](mailto:diengdiomaye@yahoo.fr); Tel: (00221) 775704999

### RÉSUMÉ

La gestion des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE) est un défi pour le Sénégal. Leur quantité augmente rapidement et leur gestion informelle expose l'environnement et les acteurs aux risques liés aux substances toxiques qu'ils contiennent. L'étude vise à déterminer les caractéristiques des acteurs impliqués dans la gestion des DEEE et leur connaissance des dangers des composants; à identifier les circuits et à proposer un schéma de gestion approprié. La méthodologie regroupe la revue de la littérature, des entretiens et des visites de terrains. Les résultats montrent que 80,5% des importateurs/distributeurs et 63% des utilisateurs professionnels ont moins de 40 ans; 65,9% des réparateurs sont âgés au plus de 36 ans. Les acteurs de sexe masculin dépassent 70% des effectifs interviewés. Par ailleurs, 66,4% des distributeurs, 67,3% des utilisateurs professionnels, 59,4% des ménages et 100% des groupes composés des recycleurs, récupérateurs et réparateurs ignorent les dangers liés aux composants toxiques des e-déchets. La gestion informelle de ces déchets ne permet pas de tirer profit de tous leurs composants précieux et de créer des richesses et des emplois. Les populations et l'environnement restent exposés aux dangers des e-déchets. L'étude propose des mécanismes adéquats de gestion et de valorisation des DEEE pour encadrer le développement numérique et lutter contre le chômage et la pollution.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Gestion, déchets, équipements électriques et électroniques, environnement, composants toxiques.

## Management of electrical and electronic equipment wastes (MEEEW) in Senegal: actors and organizational strategy of the sector

### ABSTRACT

The management of electrical and electronic equipment wastes (MEEEW) is a challenge for Senegal. Their quantity increases quickly and their informal management exposes both the environment and the actors to the risks linked to the toxic substances they contain. This study aimed at determining the characteristics of

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.  
DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbes.v11i5.35>

3028-IJBCS