

Question 8/2

Stratégies et politiques pour l'élimination ou le recyclage adéquats des déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC

6e Période d'Études
2014-2017

NOUS CONTACTER

Site web: www.itu.int/ITU-D/study-groups
Librairie électronique: www.itu.int/pub/D-STG/
E-mail: devsg@itu.int
Téléphone: +41 22 730 5999

Stratégies et politiques pour
l'élimination ou le recyclage
adéquats des déchets
résultant de l'utilisation des
télécommunications/TIC

Rapport final

Préface

Les commissions d'études du Secteur du Développement des télécommunications de l'UIT (UIT-D) offrent un cadre neutre reposant sur les contributions, dans lequel des spécialistes des pouvoirs publics, du secteur privé et des milieux universitaires se réunissent afin d'élaborer des outils pratiques, des lignes directrices utiles et des ressources pour résoudre les problèmes de développement. Dans le cadre des travaux des commissions d'études de l'UIT-D, les Membres du Secteur étudient et analysent des questions de télécommunication/TIC précises axées sur les tâches, afin de progresser plus rapidement en ce qui concerne les priorités des pays en matière de développement.

Les commissions d'études offrent à tous les Membres du Secteur l'occasion d'échanger des données d'expérience, de présenter des idées, de dialoguer et de parvenir à un consensus sur les stratégies à adopter pour répondre aux priorités dans le domaine des télécommunications/TIC. Elles sont chargées d'élaborer des rapports, des lignes directrices et des recommandations sur la base des contributions et des documents soumis par les membres. Des données, qui sont recueillies grâce à des enquêtes, des contributions et des études de cas, sont mises à la disposition des membres, qui peuvent les consulter facilement en utilisant les outils de gestion de contenus et de publication sur le web. Les travaux des commissions d'études de l'UIT-D se rapportent aux différents programmes et initiatives adoptés par l'UIT-D, l'objectif étant de créer des synergies dans l'intérêt des membres pour ce qui est des ressources et des compétences techniques. La collaboration avec d'autres groupes et organisations travaillant sur des questions connexes est essentielle.

Les sujets sur lesquels les commissions d'études de l'UIT-D travaillent sont choisis tous les quatre ans par la Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT), qui établit des programmes de travail et des directives, afin de définir les questions et priorités relatives au développement des télécommunications/TIC pour les quatre années suivantes.

Le domaine de compétence de la **Commission d'études 1 de l'UIT-D** est l'étude d'un "**Environnement propice au développement des télécommunications/TIC**", tandis que celui de la **Commission d'études 2 de l'UIT-D** est l'étude du thème "**Applications des TIC, cybersécurité, télécommunications d'urgence et adaptation aux effets des changements climatiques**".

Pendant la période d'études 2014-2017, la **Commission d'études 2 de l'UIT-D** était placée sous la présidence de M. Ahmad Reza Sharafat (République islamique d'Iran), assisté des Vice-Présidents Aminata Kaba-Camara (République de Guinée), Christopher Kemei (République du Kenya), Celina Delgado (Nicaragua), Nasser Al Marzouqi (Emirats arabes unis), Nadir Ahmed Gaylani (République du Soudan), Ke Wang (République populaire de Chine), Ananda Raj Khanal (République du Népal), Evgeny Bondarenko (Fédération de Russie), Henadz Asipovich (République du Bélarus) et Petko Kantchev (République de Bulgarie), qui représentaient les six régions.

Rapport final

Le présent rapport final sur la **Question 8/2 “Stratégies et politiques pour l’élimination ou le recyclage adéquats des déchets résultant de l’utilisation des télécommunications/TIC”** a été élaboré sous la direction des deux Corapporteurs pour cette Question, Juan Pablo Ceballos Ospina (Colombie) et Ananda Raj Khanal (Autorité des télécommunications du Népal (NTA), République du Népal), et du Vice-Rapporteur nommé, Géraud Constant Ahokpossi (Bénin). Les Corapporteurs et le Vice-Rapporteur ont par ailleurs bénéficié de l’assistance des coordonnateurs de l’UIT-D et du secrétariat des commissions d’études de l’UIT-D.

ISBN

978-92-61-23192-7 (Version papier)

978-92-61-23202-3 (Version électronique)

978-92-61-23212-2 (Version EPUB)

978-92-61-23222-1 (Version Mobi)

Le présent rapport a été établi par de nombreux experts provenant de différentes administrations et entreprises. La mention de telle ou telle entreprise ou de tel ou tel produit n’implique en aucune manière une approbation ou une recommandation de la part de l’UIT.



Avant d’imprimer ce rapport, pensez à l’environnement.

© ITU 2017

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l’accord écrit préalable de l’UIT.

Table des matières

Préface	ii
Rapport final	iii
Résumé	ix
i. Résumé analytique	ix
ii. Contexte	x
iii. Introduction	xi
1 CHAPITRE 1 – Cadre opérationnel applicable aux aspects techniques d’un système de gestion des DEEE	1
1.1 Elaboration d’une politique nationale pour la gestion des DEEE: une nécessité pour les pays les moins avancés et les pays en développement	1
1.2 Considérations préliminaires concernant le système de gestion des DEEE	1
1.3 Processus de gestion des DEEE	4
1.3.1 Prétraitement	4
1.3.2 Traitement	6
1.3.3 Vérification	9
1.3.4 Révision du système de gestion des DEEE	10
2 CHAPITRE 2 – Méthodes de récupération et d’exploitation des substances dangereuses contenues dans les DEEE	11
2.1 Composition des DEEE	11
2.2 Récupération et utilisation des déchets dangereux contenus dans les DEEE	13
2.2.1 Récupération des métaux contenus dans les DEEE	13
2.2.2 Méthodes de récupération des métaux contenus dans les DEEE	14
2.2.3 Méthodes de récupération d’autres matériaux utilisables contenus dans les DEEE	18
3 CHAPITRE 3 – Aspects sociaux de la gestion des DEEE	21
3.1 Dispositifs TIC de contrefaçon ou non conformes (de qualité inférieure)	21
3.2 Conséquences d’une mauvaise gestion des DEEE sur la santé	23
3.2.1 Groupes de population vulnérables	23
3.2.2 Situation actuelle en matière de santé	23
3.2.3 Modes de propagation des polluants dans l’environnement	24
3.2.4 Modes d’exposition	25
3.2.5 Conséquences de l’exposition	26
4 CHAPITRE 4 – Aspects économiques de la gestion des DEEE	27
4.1 Mécanismes de reprise	27
4.2 Recommandations relatives à la reprise	27
4.3 Incidences économiques et débouchés commerciaux liés aux DEEE	28
4.3.1 Débouchés commerciaux	28
4.3.2 Une source d’emploi	29
4.4 Modèles économiques pour le financement d’un système de gestion des déchets DEEE	30
4.4.1 Coûts de traitement	30
4.4.2 Coûts structurels	30
4.4.3 Principe de la responsabilité élargie du producteur	31

4.5	Recommandation relative à un modèle de financement des DEEE	31
5	CHAPITRE 5 – Contributions et études de cas	33
5.1	Brésil: Méthodes d'exploitation techniquement réalisables pour les déchets dangereux contenus dans les déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC	33
5.1.1	Télévision numérique/télévision analogique	33
5.1.2	Suggestions pour trouver une solution au problème des substances dangereuses présentes dans les DEEE	33
5.1.3	Carte des recycleurs au Brésil	34
5.2	Burundi: Situation actuelle en ce qui concerne la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)	34
5.3	Chili: Modèle de gestion des DEEE	34
5.4	République populaire de Chine: collecte des DEEE	35
5.5	Colombie: Initiatives relatives aux DEEE	35
5.5.1	Mécanisme de reprise: «Des ordinateurs au service de l'éducation»	36
5.5.2	Coûts associés au mécanisme de reprise	36
5.5.3	Autres initiatives en matière de DEEE en Colombie	37
5.6	Allemagne: Norme applicable à la bonne gestion des DEEE	37
5.6.1	Incitations financières	38
5.6.2	Coûts associés à la reprise pour les dispositifs TIC	38
5.7	Inde: Mesures pour intégrer le secteur informel grâce à la gestion écologique des DEEE résultant de l'utilisation des TIC dans les pays en développement	38
5.8	Université de la Science et de la Technologie de l'Iran: Elimination ou réutilisation des déchets résultant de l'utilisation des TIC en Iran	39
5.8.1	Politiques en matière de gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (recyclage)	39
5.9	Association du Japon: Proposition d'une méthode de recyclage des batteries au plomb-acide	40
5.9.1	Considérations générales	40
5.9.2	Extension de la durée de vie des batteries plomb-acide	41
5.9.3	Exemples spécifiques d'utilisation	41
5.10	Fédération de Russie: Orientations concernant la gestion des DEEE	41
5.11	Sénégal: Initiatives prises au Sénégal concernant la gestion écologique des déchets électroniques	42
5.11.1	Initiative relative à la gestion des DEEE	42
5.11.2	Conséquences d'une mauvaise gestion des DEEE	43
5.11.3	Enjeux de la miniaturisation des équipements électriques et électroniques	44
5.12	Sri Lanka: Gestion des déchets électroniques résultant de l'utilisation des TIC	44
5.12.1	Gestion des déchets électroniques résultant de l'utilisation des TIC	44
5.12.2	Projets relatifs à la gestion des déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC au Sri Lanka	45
5.13	Etats Unis d'Amérique: Modèles de gestion des DEEE	45
5.14	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): normes pour une évaluation écologique des produits électroniques	46
5.15	Activités du BDT relatives à la gestion des DEEE	46
5.16	Travaux menés par l'UIT-T sur les DEEE	46
5.17	Résultats de l'enquête de 2016	47
	CHAPITRE 6 – Conclusions et recommandations	48
	Références	50
	Abbreviations and acronyms	53

Annexes	55
Annex 1: List of documents received for consideration by Question 8/2	55
Annex 2: Cross-cutting requirements that apply to all stages	59
Annex 3: Chemical classification of the WEEE components with routes of exposure	61
Annex 4: Results of the 2016 survey	62

Liste des tableaux, figures et encadrés

Tableaux

Tableau 1: Substances dangereuses pouvant être présentes dans les DEEE	12
Tableau 2: Procédés hydrométallurgiques utilisés pour récupérer les métaux présents dans les DEEE	15
Tableau 3: Procédés pyrométallurgiques utilisés pour récupérer les métaux présents dans les DEEE	16
Tableau 4: Recyclage des cartes à circuits imprimés	17
Tableau 5: Recyclage des batteries	18
Tableau 6: Méthodes de traitements des composants d'éclairage à fluorescence	19

Figures

Figure 1: Etapes de la réutilisation des équipements électriques et électroniques/TIC	2
Figure 2: Etapes de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques résultant de l'utilisation des TIC	2
Figure 3: Système de gestion des DEEE/TIC	3
Figure 4: Gestion des DEEE pour séparer les parties métalliques et non métalliques	14
Figure 5: Concentrations de plomb (Pb) dans les téléphones mobiles de contrefaçon	21
Figure 6: Concentrations de cadmium (Cd) dans les téléphones mobiles de contrefaçon	22
Figure 7: Pièces d'un téléphone mobile contenant des composants dangereux	22
Figure 8: Activités de recyclage des DEEE en Chine et en Inde, types d'émissions produites et modes de propagation dans l'environnement	24
Figure 1A: Chemical classification of the WEEE components with routes of exposure	61

i. Résumé analytique

Le présent rapport porte sur les normes minimales relatives au traitement des déchets d'équipements électriques ou électroniques (DEEE), ainsi que sur les responsabilités des différentes parties prenantes, notamment les producteurs, les consommateurs, les responsables de la gestion et les intermédiaires intervenant dans ce processus. Il présente également les différentes méthodes permettant de récupérer les métaux contenus dans les DEEE et de réduire le volume de déchets dangereux. Le présent rapport contient des informations sur les dispositifs non conformes ou de contrefaçon, ainsi que sur l'intégration des recycleurs informels et les incidences des DEEE sur la santé des personnes en contact avec ces déchets, qui sont des aspects sociaux de la gestion des DEEE.

Le processus de reprise des équipements appliqué en Colombie est décrit en détail et comparé, du point de vue des coûts, aux modèles utilisés dans d'autres pays. Le présent rapport contient en outre des recommandations sur les méthodes de reprise des équipements à moindre coût. Par ailleurs, il expose également les différentes perspectives économiques qu'offrent les DEEE, telles que la recherche, l'affinage des métaux, etc.

Par ailleurs, le présent rapport rend compte du contenu des différentes contributions et études de cas soumises dans le cadre de l'étude de la Question 8/2.

Le présent rapport note en outre les travaux approfondis menés par le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T), en particulier les «Lignes directrices relatives à un système de gestion durable des déchets d'équipements électriques et électroniques: Supplément 4 aux Recommandations UIT-T de la série L».

Le **Chapitre 1** porte sur le cadre réglementaire applicable aux aspects technologiques des systèmes de gestion des DEEE.

Le **Chapitre 2** présente différentes méthodes de récupération et d'exploitation des substances dangereuses contenues dans les DEEE.

Le **Chapitre 3** traite des aspects sociaux des systèmes de gestion des DEEE, y compris des dispositifs TIC de contrefaçon ou non conformes (de qualité inférieure), de l'intégration du secteur informel et des conséquences d'une mauvaise gestion des DEEE sur la santé, et identifie les groupes de population vulnérables, les modes de propagation des polluants dans l'environnement, les modes d'exposition et les conséquences de l'exposition.

Le **Chapitre 4** porte sur les aspects économiques des systèmes de gestion des DEEE, en particulier sur les différents aspects de la reprise des DEEE résultant de l'utilisation des TIC, ainsi que sur les incidences économiques et les débouchés commerciaux liés aux DEEE, et recommande un modèle de financement de la gestion des DEEE.

Le **Chapitre 5** met en avant les principaux éléments contenus dans les différentes contributions et études de cas présentées par les administrations et les organisations membres pendant la période d'études.

Enfin, le **Chapitre 6** contient les conclusions du rapport et les recommandations.

Le rapport comprend en outre deux annexes, une liste des abréviations et acronymes, ainsi qu'une liste des références.

ii. Contexte

Le rapport sur la Question 24/1, intitulée «Stratégies et politiques pour l'élimination ou le recyclage adéquats des déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC» a été soumis aux Membres en 2014. La Question 24/1 a été formulée pendant la période d'études 2010-2014 et avait pour objet les stratégies et politiques pour la gestion durable des DEEE aux niveaux national, régional et mondial, l'accent étant mis sur le rythme de la consommation et de la production de déchets d'équipements électriques et électroniques (données actuelles et prévisions), ainsi que le tri et la classification des déchets électroniques.

Ce rapport recensait également les difficultés auxquelles les pays étaient confrontés lors de la mise en œuvre d'une stratégie de gestion adéquate des DEEE, et contenait des données d'expérience concernant la réutilisation et l'élimination adéquate de ces déchets, avec des exemples illustrant l'expérience de pays d'Afrique, d'Amérique Latine, de la région Asie-Pacifique, de la Communauté des Etats Indépendants (CEI) et d'Europe, et des contributions soumises, entre autres, par des organisations internationales.

Les stratégies et les politiques proposées afin d'élaborer des normes pour la gestion des DEEE tenaient compte de différentes parties prenantes intervenant dans la chaîne de recyclage: gouvernements, régulateurs, producteurs, importateurs, détaillants, consommateurs et autres entités telles que les Organisations Non Gouvernementales (ONG) et les fondations. Les rôles et attributions de chacun de ces acteurs étaient en outre présentés dans le rapport.

Le rapport présentait également certaines conclusions issues des travaux menés au cours de la période d'études précédente, ainsi qu'une série de recommandations à l'intention des pays en développement, afin de définir et de mettre en œuvre une politique en matière de DEEE pour fournir des solutions efficaces aux enjeux auxquels font face les pays du fait de la gestion inadéquate des DEEE résultant de l'utilisation des TIC (Rapport final pour la Question 24/1, résumé, 2013).¹ Lors de la présente période d'études (2014-2017), l'objectif était de mettre en avant les aspects techniques, économiques et sociaux des systèmes de gestion des DEEE.

Au cours de la période d'études 2014-2017, plusieurs expériences ont été présentées, permettant de mieux comprendre comment donner davantage de visibilité à la Question, comment utiliser des enquêtes pour recueillir plus efficacement des informations et quels nouveaux thèmes inclure dans la Question pour couvrir les Objectifs de Développement Durable (ODD) et susciter davantage l'intérêt des acteurs du changement pour mettre en œuvre des politiques, des normes et des recommandations concernant la gestion des DEEE.

Au cours de la période d'études, nous avons notamment constaté les points suivants:

- Il est important de tenir compte du fait que, lorsqu'on choisit une méthode pour recueillir des informations, les questions posées devraient avoir un intérêt pour chacun des pays et devraient être fermées, afin que les pays répondent précisément à la question posée.
- Il convient d'encourager des relations plus étroites entre les délégués et les pouvoirs publics du pays qu'ils représentent, car c'est ce qui permettra de recueillir et de diffuser des informations présentant un intérêt pour l'étude de la Question.
- La meilleure solution consiste à promouvoir les séances en ligne rassemblant les experts des pays développés et ceux des pays en développement, dans la mesure où cela peut permettre des échanges d'expérience susceptibles d'améliorer les processus de gestion écologique des DEEE.

¹ Rapport final pour la Question 24/1: Stratégies et politiques pour l'élimination ou le recyclage adéquats des déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC, disponible à l'adresse: <https://www.itu.int/pub/D-STG-SG01.24-2014/fr>.

La Question 8/2 intéresse au plus haut point tous les Etats Membres, car les différentes stratégies correspondantes ont un lien direct avec les Objectifs de Développement Durable. Il convient de veiller à fournir un appui aux délégués, universitaires et autres spécialistes pouvant contribuer à l'amélioration des stratégies/politiques de gestion des DEEE.

iii. Introduction

L'utilisation des équipements technologiques au cours du 21ème siècle a favorisé le développement de produits, de biens et de services à grande échelle, et notamment l'expansion de l'accès aux communications et l'optimisation des processus. La dépendance de la population vis-à-vis de ces équipements n'est plus à démontrer. Elle s'est traduite par un accroissement rapide de l'utilisation des TIC, dans une telle mesure que les spécialistes du domaine estiment que nous sommes à l'aube d'une quatrième révolution industrielle, dans laquelle l'utilisation des différents équipements et technologies fera fusionner le monde physique et le monde numérique. Cette révolution aura des répercussions dans de nombreux domaines et secteurs, mais aussi sur notre vie quotidienne.

Toutefois, parallèlement à leur caractère novateur et fonctionnel, les équipements électroniques posent un problème latent pour l'environnement, la santé publique et le contexte socio-économique. La méconnaissance ou le désintérêt de la population en général vis-à-vis des DEEE sont les principaux facteurs à l'origine de cette situation. Il s'agit d'un problème de plus en plus préoccupant, à tel point que, dans le cadre de la Question 24/1 (Stratégies et politiques pour l'élimination ou le recyclage adéquats des déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC), des estimations sur les déchets électroniques ont été présentées lors de la réunion de la Convention de Bâle ainsi qu'à d'autres autorités mondiales, faisant état d'une augmentation de 200 pour cent à 400 pour cent de la production de DEEE par les équipements informatiques d'ici 2020, sur la base des chiffres de 2007. Ce problème a attiré l'attention de gouvernements et d'organisations non gouvernementales qui souhaitent laisser derrière eux un monde meilleur pour les générations futures.

Avec l'appui de l'ensemble de ses Etats Membres, l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) a élaboré et défini plusieurs stratégies visant à promouvoir la gestion adéquate des DEEE, résultant principalement de l'utilisation des TIC. Dans ce contexte, l'UIT a publié des documents techniques, élaborés par des experts du domaine, à l'usage des pays nécessitant une assistance sur les questions concernant les DEEE/TIC.

Dans la même optique, le présent Rapport expose un ensemble de contributions soumises par des Etats Membres pendant la période d'études 2014-2017 concernant les normes minimales qui doivent être prises en considération par les producteurs, les utilisateurs et les responsables de la gestion afin de garantir la gestion adéquate des déchets électroniques. Il présente également différentes techniques permettant de récupérer les métaux précieux et rares ainsi que les matières potentiellement dangereuses présents dans les DEEE afin de recycler ces ressources dans de nouveaux processus de production.

1 CHAPITRE 1 – Cadre opérationnel applicable aux aspects techniques d'un système de gestion des DEEE

Dans le présent chapitre, tous les pays sont encouragés à élaborer une politique nationale de gestion efficace et efficiente des DEEE. Des lignes directrices opérationnelles détaillées sont données sur les différentes étapes et activités relatives à la gestion des DEEE.¹ Le présent chapitre donne les normes minimales pour la gestion écologique des DEEE résultant de l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), qui peuvent fournir des orientations aux gouvernements et aux responsables de la gestion des DEEE/TIC des pays les moins avancés et des pays en développement, quelles que soient leurs conditions particulières. Il vise également à encourager, dans le cadre des notions de «durabilité» et de «système de gestion», le respect de ces prescriptions, dans l'intérêt de la santé de la population et de l'environnement, tout en décourageant les mauvaises pratiques en matière de gestion de ce type de déchets.

1.1 Elaboration d'une politique nationale pour la gestion des DEEE: une nécessité pour les pays les moins avancés et les pays en développement

La gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques est l'un des plus grands défis que doit relever le secteur des TIC. Cette tâche exige la gestion durable des produits à la fin de leur durée de vie utile en raison des répercussions environnementales, sociales et économiques qui y sont associées. Il est important de comprendre que ces déchets sont hétérogènes et ont des caractéristiques qui leur sont propres. Par conséquent, leur gestion, leur traitement et leur élimination doivent être réalisés de manière responsable. Tous les Etats Membres devraient élaborer et mettre en œuvre une politique nationale en matière de gestion des DEEE. Cette politique devrait notamment définir la vision et la mission au national, des objectifs et des cibles, ainsi que des plans de mise en œuvre assortis d'un calendrier. Un cadre précis de suivi et d'évaluation devrait être élaboré. Cette politique doit surtout prévoir l'engagement des organismes responsables à mener une gestion efficace des déchets électroniques résultant de l'utilisation des TIC, à préserver l'environnement et la santé des travailleurs et de la population en général, ainsi que des mesures visant à contrôler les risques liés à la gestion des DEEE. Cette politique doit être mise en œuvre au moyen d'objectifs appropriés, pour lesquels des cibles et des indicateurs pertinents doivent être définis afin d'évaluer le fonctionnement du système de gestion. La politique doit être publiée et portée à la connaissance des clients internes et externes du responsable de la gestion des DEEE/TIC.

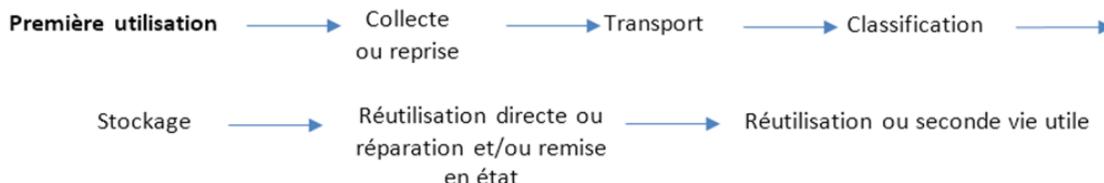
1.2 Considérations préliminaires concernant le système de gestion des DEEE

La **Figure 1** illustre les phases ou étapes qui se succèdent jusqu'à la réutilisation ou le second cycle de vie utile des équipements électriques et électroniques (EEE) du domaine des TIC. Cette figure fournit des orientations afin d'élaborer des normes minimales sur lesquelles peuvent se fonder les responsables de la gestion des DEEE/TIC² et imposées par les gouvernements des pays les moins avancés et des pays en développement, notamment dans le prétraitement et dans certaines étapes de traitement, dans le cadre du second cycle de vie de ces équipements (voir la **Figure 2**).

¹ Document SG2RGQ/55, «Normes minimales que les responsables de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE/TIC) doivent respecter au cours des étapes de prétraitement de ces déchets dans les pays les moins avancés et les pays en développement», République de Colombie.

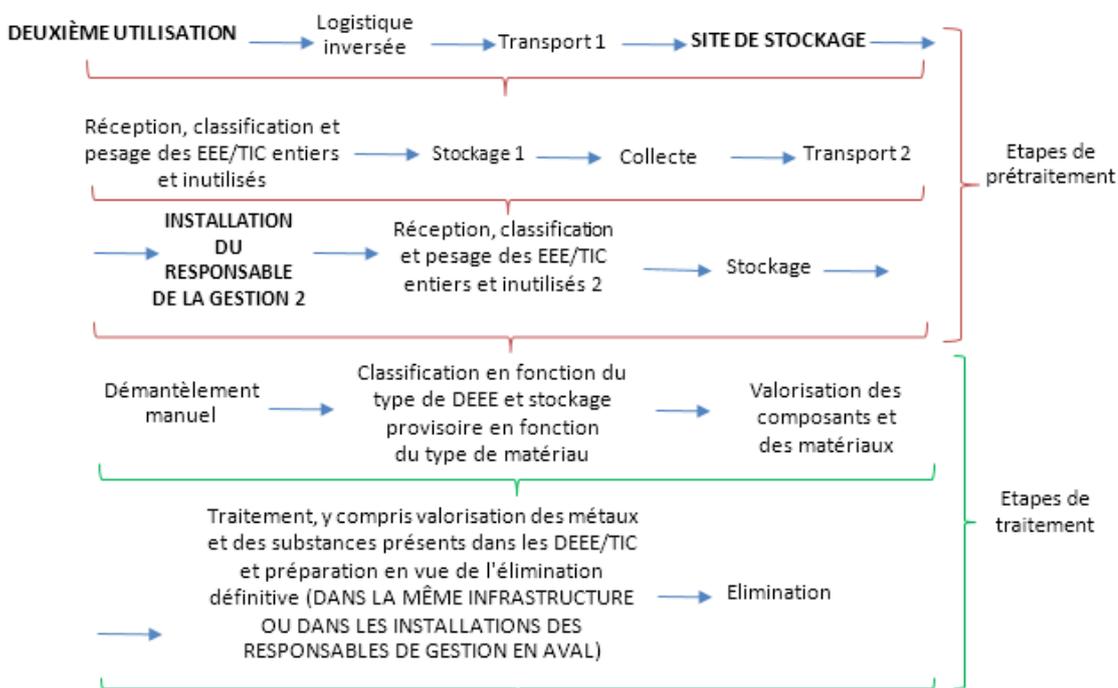
² Responsables de la gestion: entités de la chaîne de recyclage détenant des permis ou autorisations environnementaux pour assurer certaines étapes du processus de gestion écologique des DEEE/TIC, à commencer par le démantèlement et la classification.

Figure 1: Etapes de la réutilisation des équipements électriques et électroniques/TIC



Source: Document SG2RGQ/55, «Normes minimales que les responsables de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE/TIC) doivent respecter au cours des étapes de prétraitement de ces déchets dans les pays les moins avancés et les pays en développement», République de Colombie, 2015.

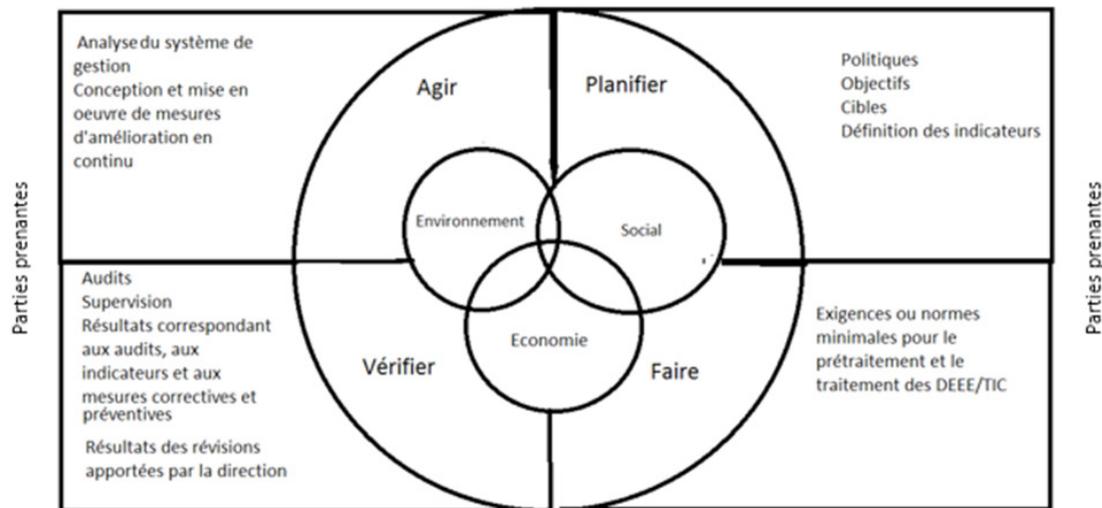
Figure 2: Etapes de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques résultant de l'utilisation des TIC



NOTE: Il peut exister deux (2) instances pour les étapes de collecte, de transport, de réception, de classification et de stockage. La première se déroule lorsque les DEEE/TIC sont transportés du lieu de collecte vers le site de stockage, puis vers les installations du responsable de la gestion. Toutefois, les déchets peuvent être directement transportés depuis les sites de reprise vers les installations du responsable de la gestion. La seconde occurrence des étapes de collecte, de transport et de réception peut s'effectuer entre les installations du responsable de la gestion et celles d'autres acteurs spécialisés dans le traitement et l'élimination des déchets électroniques. Le pesage des déchets est effectué plusieurs fois, au titre d'une mesure de contrôle entre les différentes étapes.

La «durabilité» est la recherche d'un équilibre entre les aspects économiques, environnementaux et sociaux d'une organisation, et les prescriptions consignées dans le présent document prennent, d'une manière ou d'une autre, en considération chacun de ces aspects, tout en s'inscrivant dans un «système de gestion des DEEE/TIC» (voir la **Figure 3**).

Figure 3: Système de gestion des DEEE/TIC



Source: Document SG2RGQ/55, «Normes minimales que les responsables de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE/TIC) doivent respecter au cours des étapes de prétraitement de ces déchets dans les pays les moins avancés et les pays en développement», République de Colombie, 2015.

Les prescriptions ou normes consignées dans le présent document ne dispensent pas les responsables de la gestion des DEEE résultant de l'utilisation des TIC (DEEE/TIC) de respecter les normes existantes en la matière et les dispositions relatives à l'environnement, la sécurité industrielle, la santé et la qualité en vigueur dans chaque pays.

Les producteurs (fabricants, vendeurs, importateurs ou assembleurs) d'EEE/TIC, organisés de manière individuelle ou collective (conformément au principe de responsabilité élargie du producteur), ou les organismes responsables de la gestion des déchets électroniques dans chaque pays, devront veiller au respect des normes énoncées dans le présent document par tous les responsables de la gestion, prestataires ou opérateurs logistiques³ intervenant dans la chaîne de recyclage. Afin de faciliter l'action de ces organismes, les producteurs seront tenus de fournir des informations concernant la présence de substances dangereuses dans les DEEE/TIC et l'endroit où elles se trouvent.

Conformément à la législation de chaque pays, les responsables de la gestion de ces déchets peuvent tout d'abord fournir une déclaration de conformité aux normes, sur la base de laquelle l'autorité compétente en matière d'environnement leur délivre des autorisations ou des permis qui peuvent être suspendus si les résultats des activités de surveillance et de contrôle menées par cette entité montrent que les normes pertinentes ne sont pas respectées. Les responsables de la gestion de ces déchets sont censés respecter le principe de «diligence due», c'est-à-dire connaître toutes les obligations juridiques pertinentes et les exigences de transparence vis-à-vis de leurs partenaires commerciaux.

Il doit être tenu compte de l'ordre établi dans la gestion des déchets électroniques (réutilisation directe, remise en état et réparation en vue d'une réutilisation; récupération des matériaux pour leur utilisation dans de nouveaux produits et applications; et élimination. L'élimination finale doit être la dernière étape, lorsqu'il n'existe aucune autre possibilité.

Pour ce qui est des étapes de prétraitement et des premières phases de traitement, il convient de suivre les prescriptions portant sur les aspects suivants: les infrastructures, les compétences individuelles, les documents d'appui (processus et procédures), les appareils, outils et machines, les registres et les systèmes d'information et de communication.

³ Prestataires ou opérateurs logistiques: entités de la chaîne de recyclage responsables de certaines activités telles que la collecte et la reprise, le transport et le stockage.

1.3 Processus de gestion des DEEE

Pour atteindre les objectifs fixés dans la politique nationale, il est recommandé de mettre en œuvre les activités ci-après. Ces activités sont réparties en différentes étapes, comprenant chacune des sous-activités.

1.3.1 Prétraitement

Le prétraitement comprend les étapes suivantes:

1.3.1.1 Collecte et transport depuis le site de collecte vers les installations

Aux fins de la collecte et du transport par route des EEE/TIC obsolètes ou mis au rebut (entiers) vers les installations du responsable de la gestion 1, il est important de tenir compte des prescriptions minimales décrites ci-après:

a) Conteneurs, étiquetage et identification

Les EEE doivent être placés dans des conteneurs adaptés, résistants et d'une taille appropriée pour pouvoir être déplacés de façon mécanique (monte-charge) sans être endommagés. Ils doivent être emballés en fonction de leur type (produits gris ou bruns), en prenant les précautions nécessaires pour qu'ils ne soient pas endommagés. En outre, chaque conteneur doit être couvert et comporter une étiquette indiquant les informations nécessaires quant à son contenu: par exemple, type d'EEE/ de TIC, date d'emballage, poids (kg), quantité (unités), numéro du lot, responsable, etc.

b) Transporteurs et véhicules

Les transporteurs doivent avoir les autorisations exigées par les normes en vigueur dans chaque pays, en fonction du type de déchet transporté et du moyen de transport employé. Les véhicules qui transportent des EEE/TIC obsolètes ou mis au rebut par route doivent observer certaines prescriptions générales (si les équipements entiers ne sont pas considérés comme des déchets dangereux) ou les normes relatives au transport de marchandises dangereuses (si les équipements entiers sont classés comme déchets dangereux).

Au titre des prescriptions générales, afin d'assurer la stabilité de la charge et la sécurité du personnel qui la transporte, chaque conteneur doit être fixé au véhicule au moyen des dispositifs d'attache nécessaires, qui seront situés, au minimum, à chacun des quatre angles du conteneur; les véhicules doivent être couverts et le conducteur doit pouvoir présenter les certificats indiquant qu'ils ont récemment fait l'objet d'une révision technique/mécanique et qu'ils sont conformes aux normes d'émissions de gaz provenant de sources fixes; ils doivent également être équipés d'extincteurs multi-usages, et les équipements de sécurité obligatoires et une caisse à outils doivent être à disposition.

c) Registres

Il convient d'établir et de conserver des registres concernant la collecte et la remise ultérieure des DEEE/TIC sous la forme d'un «document de transport» indiquant notamment les informations suivantes: type de déchet, provenance, numéro du lot, poids (kg), quantité (unités), marque des équipements, numéro de série de chaque équipement (enregistré par un lecteur de code-barres au moment de la réception), destination, informations du véhicule (numéro d'immatriculation et type), signature des responsables, etc.

1.3.1.2 Réception, classification et pesage

a) Généralités

La réception des EEE obsolètes ou mis au rebut doit se faire de manière organisée. Ces équipements doivent être déchargés par des moyens mécaniques, leur poids doit être vérifié, et, si nécessaire, ils

doivent être reconditionnés dans d'autres conteneurs, mais dans aucun cas les équipements dotés d'écran (par exemple, CRT, LCD, plasma) ne doivent être renversés de façon incontrôlée. Les quantités reçues par le responsable de la gestion 1 doivent être vérifiées et correspondre aux informations indiquées dans le «document de transport».

La manipulation des DEEE (emballage, charge et décharge, stockage, mouvements à l'intérieur des installations du responsable de la gestion, etc.) doit se faire avec précaution pour éviter d'endommager les équipements et de provoquer d'éventuelles fuites de substances dangereuses. Les équipements obsolètes entiers doivent être pesés et reclassés (par exemple: claviers, souris, imprimantes, scanners, moniteurs à tube cathodique (CRT), moniteurs à écran plat, ordinateurs portables, téléphones cellulaires, téléviseurs CRT ou téléviseurs à écran plat); ils sont ensuite à nouveau pesés, étiquetés et identifiés (type de DEEE/TIC, poids (kg), quantité (unités), numéro du lot, numéro du conteneur, position sur le rayonnage, date, responsable, etc.), pour être placés dans le rayonnage, jusqu'à leur démantèlement.

b) Appareils, outils et machines

Pour ces opérations, il est nécessaire de disposer du matériel suivant: des balances pour le pesage des déchets électroniques et des monte-charges pour la première manipulation des conteneurs (pesage) et leur placement ultérieur sur le rayonnage, après leur reclassification. Les balances et les monte-charges doivent être entretenus au moins une fois tous les six mois, et les balances doivent aussi être calibrées au moins une fois tous les six mois, ou selon les besoins.

c) Registres

Il convient d'établir et de conserver des registres concernant les documents de transport, les certificats d'entretien et de calibration des balances et les certificats d'entretien de tout appareil utilisé (par exemple, les monte-charges).

1.3.1.3 Stockage

a) Infrastructures et généralités

Les EEE/TIC obsolètes ou mis au rebut (entiers) doivent être stockés dans un secteur spécifique des installations indiqué par des panneaux, couvert et conforme aux exigences applicables, notamment concernant l'imperméabilité des surfaces dans les zones de stockage. La quantité de DEEE stockés ne doit pas dépasser la capacité de traitement de l'installation sur une période de six mois.

b) Documents d'appui (processus et procédures)

Il est nécessaire de mettre en place les procédures prévues par les feuilles de caractéristiques de sécurité des matériaux (MSDS, material safety data sheet) pertinentes, et de disposer de fiches de procédure d'urgence contenant des données sur les substances les plus courantes présentes dans les DEEE/TIC, afin d'y recourir en cas d'endommagement.

c) Appareils, outils et machines

Des monte-charges doivent être utilisés pour placer les conteneurs sur les rayonnages, après leur classification. Des rayonnages lourds sont nécessaires pour organiser et optimiser l'espace dans la zone d'entreposage sur le site.

d) Systèmes informatiques

Il est nécessaire de disposer d'un système informatique, ou au moins d'une base de données, pour consigner les données suivantes: type de DEEE/TIC, poids (kg), quantité (unités), numéro du lot, numéro du conteneur, position dans le rayonnage, responsable et date.

e) Registres d'entretien

Des registres concernant l'entretien périodique du rayonnage lourd doivent être établis (au moins une fois par an) afin d'atténuer les risques.

1.3.2 Traitement

L'étape du traitement comprend les opérations suivantes:

1.3.2.1 Démantèlement manuel

a) Généralités

Il s'agit du processus par lequel les EEE/TIC obsolètes ou mis au rebut sont démantelés manuellement et séparés en plusieurs parties. Dans les pays les moins avancés et les pays en développement, ces activités devraient être encouragées, car elles permettent de créer des emplois et d'obtenir des composants distincts de bonne qualité. En cas de doute concernant la présence de substances dangereuses dans les composants des déchets électroniques qui ont été séparés et classés, ceux-ci doivent être considérés comme des déchets dangereux (par exemple, dans le cas des condensateurs, lorsqu'on ignore s'ils contiennent des polychlorobiphényles (PCB) ou si la quantité de retardateurs de flamme bromés contenue dans les composants plastiques respecte la limite fixée dans chaque pays).

Note: chaque pays doit s'employer à définir les limites autorisées pour les différentes substances pouvant être présentes dans les DEEE/TIC, afin de déterminer si ces déchets doivent, ou non, être classés parmi les déchets dangereux.

Le démantèlement ne comprend pas la séparation du cône et de la dalle des écrans CRT (cette opération sera abordée dans le document relatif au traitement), car cette opération suppose d'effectuer un traitement consistant à sectionner, broyer, couper et nettoyer, tout en évitant les émissions de matériaux fluorescents ou de poussière de verre et en respectant les valeurs limites d'exposition professionnelle. Le traitement mécanique est interdit, à moins qu'il ne soit effectué dans des conditions contrôlées permettant d'éviter les risques liés à la manipulation des substances dangereuses présentes dans les DEEE/TIC. La réduction, le compactage et le broyage mécaniques des composants de déchets électroniques ne contenant pas de substances dangereuses sont autorisés, dans le but de réduire le volume des déchets et de faciliter leur manipulation.

b) Documents d'appui (processus et procédures)

Les procédures et instructions relatives au démantèlement manuel des DEEE/TIC doivent être consignées dans des documents, notamment en ce qui concerne les ordinateurs portables, moniteurs à écran plat, moniteurs CRT, unités centrales, imprimantes, téléphones cellulaires, téléviseurs CRT, téléviseurs à écran plat, scanners, etc.

c) Systèmes informatiques

Le déplacement des DEEE/TIC du rayonnage (entrepôt) à la zone de démantèlement, l'envoi de chaque conteneur contenant des DEEE à la zone de démantèlement et le contrôle du poids, des quantités et des responsables doivent être enregistrés par un système d'information ou dans une base de données, avec le numéro de série des équipements.

1.3.2.2 Classification en fonction du type de DEEE et stockage en fonction du type de matériau

a) Classification

Après leur démantèlement manuel, les déchets électroniques résultant de l'utilisation des TIC peuvent être classés dans les catégories suivantes: matériaux propres (par exemple, métaux ferreux, cuivre, ferrite, aluminium, acryliques, acétates, caoutchouc ou magnésium), ou composants à traiter contenant

des substances dangereuses ou des métaux/matériaux récupérables (dans les installations du responsable de la gestion des déchets ou en aval), tels que les accumulateurs, selon leur type (plomb-acide, alcalin, nickel-cadmium (Ni-Cd), nickel-hydrure métallique (Ni-MH), lithium-ion (Li-Ion), etc.), les écrans CRT, à cristaux liquides (LCD) et plasma, les lampes fluorescentes, les circuits imprimés, la matière thermoplastique, les toners, les poudres, les câbles, les cartouches, les encres, etc. Les éléments considérés comme dangereux ne doivent pas être mélangés avec les autres matériaux, afin de réduire le volume total à un niveau inférieur au seuil correspondant à la classification des déchets dangereux. En cas de doute concernant la présence de substances dangereuses dans certains composants, ceux-ci doivent être considérés comme des déchets dangereux et traités en conséquence. Le personnel chargé du démantèlement manuel doit amener le produit démantelé à la zone de classification des matériaux, où le personnel responsable vérifie sa qualité. En cas de défaut, le personnel renvoie ces composants pour qu'ils soient correctement démantelés.

b) Stockage

Il convient, pour cette étape, de tenir compte des aspects suivants:

Généralités et infrastructures: les matériaux propres et les composants issus du démantèlement des DEEE/TIC et contenant des substances dangereuses doivent être entreposés dans un secteur différent de celui où les déchets électroniques entiers sont entreposés et être dûment identifiés. Tout déchet dangereux doit être accompagné des fiches de données de sécurité et des fiches de procédures d'urgence concernant les principales substances dangereuses en présence, compte tenu de la matrice de compatibilité.

Les éléments qui contiennent du lithium doivent être stockés à part, dans une zone à accès restreint, ne doivent pas être exposés à la chaleur, à la lumière du soleil, à l'humidité ou à l'eau, car ils peuvent prendre feu ou exploser s'ils sont exposés à des températures élevées. Les accumulateurs doivent être entreposés à l'abri de l'humidité et de la pluie et sous des bâches. Les lampes contenant du mercure et les écrans CRT, LCD ou plasma qui ont été endommagés accidentellement doivent être stockés dans des conteneurs fermés et identifiés en conséquence. Les locaux où sont entreposées les lampes doivent être aérés, pour limiter et contrôler les émissions dans l'environnement, et facilement accessibles au personnel autorisé, lequel doit toutefois s'y rendre le moins possible.

Conteneurs, étiquetage et identification: le stockage des matériaux et des composants obtenus par démantèlement manuel doit se faire dans des conteneurs appropriés, compte tenu des dispositions du point a) du paragraphe 1.3.1.1 du présent rapport. Les conteneurs doivent comporter des étiquettes indiquant notamment les informations suivantes: description ou type de matériau ou composant, poids (kg), numéro du conteneur, position dans le rayonnage, responsable et date. Ces informations doivent également être enregistrées dans le système d'information, de même que la destination des matériaux ou composants de chaque conteneur. Les conteneurs de composants de DEEE/TIC qui pourraient contenir des substances potentiellement dangereuses doivent être identifiés par le symbole des matières dangereuses correspondant.

1.3.2.3 Valorisation et revente des matériaux et composants

a) Généralités

La valorisation et la revente concernent la vente de matériaux propres et d'autres composants issus du démantèlement (uniquement lorsque le traitement et l'élimination sont effectués par un responsable différent), en vue de leur recyclage dans des processus de production et de la mise en place d'autres traitements permettant de récupérer des métaux. La valorisation et la revente de matériaux propres est possible lorsqu'il existe un marché pour ces produits et que leur utilisation n'a pas d'incidences négatives. Chaque pays doit déterminer le pourcentage de valorisation des DEEE conformément à

ses exigences, et peut l'accroître progressivement, en fonction des conditions et des besoins qui lui sont propres.

b) Transporteurs et véhicules

Le transport des matériaux propres du responsable de la gestion 1 vers les entreprises concernées doit répondre aux normes qui figurent ci-dessus, car ces matériaux ne contiennent pas de substances dangereuses. S'agissant de l'envoi des composants destinés à la récupération des métaux à d'autres agents en aval au sein du même pays, les conditions de transport ne seront pas les mêmes si ces composants sont, ou non, considérés comme des déchets dangereux dans la législation de chaque pays. Si tel est le cas, outre les prescriptions énoncées ci-dessus, les prescriptions ci-après s'appliqueront: les transporteurs doivent être assurés contre les accidents ou contre tout problème survenant pendant le transport de DEEE/TIC et les conducteurs doivent être titulaires d'un certificat de formation obligatoire minimale de base pour le transport des marchandises dangereuses. Les véhicules doivent être équipés des éléments suivants: dispositifs d'identification et plaque-étiquettes réfléchissantes et plaques indiquant le numéro ONU des déchets dangereux transportés, placées en un endroit visible; équipements de sécurité pour des situations d'urgence (extincteur à incendie, vêtements protecteurs, lampe de poche, trousse de premiers secours, équipements de collecte et nettoyage, matériaux absorbants et autres éléments indiqués dans les fiches de procédures d'urgence); au moins deux extincteurs multi-usages (un dans la cabine et les autres à proximité de la charge); avertisseur sonore de marche arrière; feuilles de données de sécurité et fiches de procédures d'urgence dans la langue officielle de chaque pays; plan d'urgence à appliquer en cas d'accident pendant les opérations de transport de marchandises dangereuses et liste des coordonnées des personnes à contacter en cas d'urgence.

c) Documents d'appui (processus et procédures)

Des permis environnementaux doivent être demandés à l'avance par les agents en aval chargés du traitement et de l'élimination définitive des déchets contenant des substances dangereuses, et toute opération concernant les matériaux et les composants propres dont les métaux/matériaux seront récupérés doit faire l'objet d'un suivi, jusqu'à l'obtention de certificats autorisant le traitement et l'élimination des matériaux, selon leur quantité et leur nature.

d) Registres

Il convient d'établir et de conserver des registres concernant les éléments suivants: bilan de masse entre le poids des EEE/TIC obsolètes ou mis au rebut (entiers) et celui des matériaux valorisés et des composants envoyés vers d'autres zones de traitement ou à d'autres agents en aval, selon les éléments stockés (le bilan doit être effectué pour chaque lot, ou au moins tous les six mois); document de transport signé par les parties, indiquant quel matériau ou composant est transporté, son poids (kg), le numéro du conteneur, le lot d'origine, sa destination et les informations relatives au véhicule (numéro d'immatriculation, type); liste des éléments à vérifier concernant l'état du véhicule, signée par les parties; certificats pour le traitement et l'élimination des déchets; et permis environnementaux des agents en aval.

1.3.2.4 Traitement et élimination

a) Infrastructures et généralités

Pour la récupération de métaux et la valorisation des déchets (cartes à circuits imprimés, accumulateurs, matière thermoplastique, toners, poussière de toner, cartouches, encre de cartouche, etc.), le traitement peut être effectué dans les installations du responsable de la gestion 1, ou par des prestataires (centres de traitement en aval), en fonction de la capacité et des autorisations disponibles pour le traitement et l'élimination finale de chaque type de déchet. Le stockage sous des bâches de protection imperméables doit être garanti afin d'éviter la diffusion de substances dangereuses dans l'environnement.

b) Documents d'appui (processus et procédures)

Il est nécessaire de disposer de documents concernant les procédures et processus de traitement et d'élimination en fonction du type de déchet. Pour ce faire, il convient de respecter certains **critères techniques**, comme indiqué ci-dessous.

Chaque pays doit déterminer le pourcentage de DEEE éliminés selon ses capacités, et peut le réduire progressivement, en fonction du degré de développement de son système de gestion des DEEE/TIC.

Il est interdit de broyer, de presser et de compacter des composants DEEE/TIC destinés à être traités et éliminés.

Les pays qui envoient certains DEEE/TIC à l'étranger car ils ne disposent pas de la technologie nécessaire pour les traiter doivent prévoir des mouvements transfrontières de déchets dangereux et devront de ce fait appliquer les dispositions de la Convention de Bâle, dans le cas des pays ayant ratifié la Convention, ou les dispositions d'autres conventions ou accords souscrits entre les pays concernés. Des registres concernant l'exportation doivent également être tenus.

Les déchets dangereux doivent être traités séparément (les différents types de déchets ne doivent pas être mélangés entre eux, ni avec d'autres matériaux). Il est nécessaire de disposer de documents concernant les procédures et processus de traitement et d'élimination en fonction du type de déchet.

c) Appareils, outils et machines

Ces éléments dépendent des processus physiques et chimiques utilisés dans le traitement et la valorisation des matériaux/métaux issus des composants des DEEE/TIC contenant des substances dangereuses.

d) Registres

Le producteur ou le responsable de la gestion des DEEE/TIC de chaque pays doit contrôler l'intégralité du processus de gestion des déchets, depuis leur lieu d'origine et jusqu'à leur destination, et mettre à jour la liste des centres de traitement et des opérateurs logistiques ou prestataires intervenant dans la chaîne de recyclage. La gestion de certains types de DEEE doit être encadrée par des contrats ou des conventions avec ces organismes, et ceux-ci doivent être titulaires d'autorisations ou de permis environnementaux ainsi que de certificats pour le traitement et l'élimination des déchets envoyés par les responsables de la gestion des DEEE, à l'issue du cycle de traitement. Par ailleurs, il convient de tenir des registres sur les mouvements transfrontières des déchets; les méthodes de traitement et d'élimination des déchets selon leur nature et leur quantité; les types et le volume de métaux ou autres matériaux obtenus ainsi que des parties issues du processus; et les méthodes d'élimination (propres aux responsables de la gestion et autres acteurs en aval). Les registres doivent inclure des données sur les bilans de masse et sur les certificats de traitement et d'élimination.

1.3.3 Vérification

Cette étape du système de gestion des DEEE/TIC comprend les audits et la supervision.

Les audits peuvent être de première partie, de deuxième partie ou de tierce partie. L'audit de première partie doit être réalisé par des auditeurs qualifiés relevant de chaque responsable de la gestion des déchets, de façon objective et impartiale. Les audits de seconde partie sont menés par les parties intéressées, par exemple, les producteurs d'EEE/TIC, organisés de manière collective ou individuelle, ou les responsables de la gestion des déchets et les opérateurs logistiques ou prestataires intervenant dans la chaîne de recyclage, pour vérifier si les politiques et normes en vigueur dans chaque pays en matière de gestion des DEEE/TIC et les normes consignées dans le présent document sont respectées. L'audit de tierce partie peut être effectué par des organismes extérieurs et indépendants qui délivrent des certificats de conformité.

Par ailleurs, la supervision relève des autorités environnementales compétentes dans chaque pays, qui sont chargées de mener des activités de contrôle du respect des normes minimales appliquées par les responsables de la gestion des déchets et les opérateurs logistiques ou prestataires, et d'imposer des sanctions en cas de manquement.

A cette étape, il convient de mettre en œuvre les indicateurs établis afin d'évaluer le bon fonctionnement du système, ainsi que les mesures correctives et préventives et les révisions apportées par la direction.

1.3.4 Révision du système de gestion des DEEE

Compte tenu des résultats de l'utilisation d'indicateurs, des audits, des révisions apportées par la direction et des actions préventives et correctives, entre autres, le système de gestion des DEEE/TIC sera réexaminé dans le but d'élaborer et de mettre en œuvre des mesures visant à améliorer son fonctionnement de manière continue.

Note: 1) Les conditions applicables à toutes les étapes sont décrites dans l'**Annexe 2** du présent document.

2 CHAPITRE 2 – Méthodes de récupération et d'exploitation des substances dangereuses contenues dans les DEEE

Le présent chapitre décrit différentes méthodes⁴ réalisables sur le plan technique pour la récupération et l'exploitation (plutôt que le traitement et l'élimination) des déchets dangereux contenus dans les DEEE/TIC. Les gouvernements et les parties intéressées des pays les moins avancés et des pays en développement, quels que soient leurs conditions et leurs besoins particuliers, peuvent s'appuyer sur ces orientations pour approfondir ces méthodes de récupération et d'exploitation et, le cas échéant, les mettre en œuvre ou chercher à les mettre en œuvre sur leur territoire.

L'une des principales préoccupations concernant la gestion adéquate des DEEE est la présence de substances dangereuses qui, plutôt que d'être traitées et éliminées, doivent être récupérées et réutilisées grâce à des techniques sophistiquées. Le traitement et l'élimination finale des déchets dangereux contenus dans les DEEE peuvent entraîner des effets indésirables sur l'environnement, étant donné que, même si ces opérations se font dans des conditions adaptées (utilisation d'alvéoles de sécurité dans des décharges, par exemple), elles créent d'une manière ou d'une autre des passifs environnementaux⁵ qu'il serait souhaitable d'éviter, bien qu'ils soient préférables aux répercussions qu'auraient l'abandon de ces déchets à ciel ouvert ou leur enfouissement sans respecter les conditions techniques minimales (pollution des eaux de surface et souterraines, du sol et de l'environnement en général). Quoi qu'il en soit, la récupération et la réutilisation des déchets dangereux peuvent représenter une meilleure solution que leur traitement et élimination.

2.1 Composition des DEEE

Les DEEE sont composés de différents matériaux dits «propres» (qui ne contiennent pas de matières dangereuses), comme le cuivre (Cu), l'aluminium (Al), le verre propre, le plastique, le caoutchouc ou des métaux ferreux, mais aussi de substances dangereuses (arsenic (As), chrome (Cr), mercure (Hg), nickel (Ni), béryllium (Be), sélénium (Se), cadmium (Cd), etc.), ainsi que de métaux précieux et rares, dont la récupération et la réutilisation exigent des opérations de traitement sophistiquées. Ainsi, les fabricants doivent toujours être en quête de nouvelles solutions pour éliminer et/ou remplacer les substances dangereuses et difficiles à récupérer contenues dans les appareils électriques et électroniques.

Les DEEE contiennent des métaux précieux, comme l'or (Au), l'argent (Ag), le platine (Pt), le gallium (Ga), le palladium (Pd), le tantale (Ta), le tellure (Te), le germanium (Ge) et le sélénium (Se), ainsi que des terres rares (yttrium (Y), europium (Eu) et coltan). Cela représente un argument de poids en faveur de leur bonne gestion, étant donné que l'affinage de ces métaux selon des techniques appropriées contribue non seulement à générer des recettes, mais aussi à atteindre des objectifs importants en matière de protection de l'environnement, d'efficacité énergétique, de préservation des ressources naturelles et de création d'emplois. L'exploitation de mines urbaines (c'est-à-dire la récupération des métaux contenus dans les DEEE) présente des avantages par rapport à l'exploitation de mines traditionnelles (extraction de métaux vierges des minerais), puisqu'il est avéré qu'elle consomme moins d'énergie et émet moins de dioxyde de carbone (CO₂).

Un large éventail de substances dangereuses peuvent être présentes dans les DEEE. Celles-ci sont présentées dans le **Tableau 1**.

⁴ Document 2/220, «Normes minimales que les responsables de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE/TIC) doivent respecter au cours du prétraitement et du traitement de ces déchets dans les pays les moins avancés et les pays en développement», République de Colombie.

⁵ *Passif environnemental*: comme un passif financier, un passif environnemental est une «dette» résultant de la détérioration de l'un des composants de l'environnement, qu'il faudra à un moment ou à un autre liquider ou dont la liquidation nécessitera une dépense d'énergie.

Tableau 1: Substances dangereuses pouvant être présentes dans les DEEE

Substances	Présence dans les DEEE
Composés halogénés	
PCB (polychlorobiphényle) Retardateurs de flammes pour matières plastiques	Condensateurs, transformateurs
TBBA (tetrabromobisphénol A)	(Composants thermoplastiques, câbles, cartes mères, circuits, boîtiers en plastique, etc.)
PBB (polybromobiphényle)	Le TBBA est le retardateur de flammes le plus utilisé actuellement dans les cartes à circuits imprimés et dans les habitations.
PBDE (polybromodiphényléther) Chlorofluorocarbures (CFC)	Réfrigérateurs, mousses isolantes
Métaux lourds et autres métaux	
Arsenic	Petites quantités entre les diodes électroluminescentes, dans les processeurs des écrans LCD
Baryum	Absorbeurs de gaz dans les tubes cathodiques des chambres de ventilation des écrans à tube cathodique et dans les lampes à fluorescence
Béryllium	Boîtiers d'alimentation électrique (sources d'alimentation)
Cadmium	Batteries Ni-Cd rechargeables, couche fluorescente (écrans à tube cathodique), photocopieurs, contacts et interrupteurs, vieux tubes cathodiques
Chrome VI	Disques durs et appareils de stockage des données
Plomb	Ecrans à tube cathodique, cartes à circuits imprimés, câblages et soudures
Mercure	Lampes à fluorescence dans les écrans LCD, dans certains interrupteurs au mercure (détecteurs). Systèmes d'éclairage des écrans plats, machines à café avec systèmes de mise en veille automatique ou alarmes contenant des relais à mercure
Nickel	Batteries Ni-Cd et Ni-Hg rechargeables et canons à électrons des moniteurs à tube cathodique
Terres rares (yttrium, europium)	Couche fluorescente (moniteurs à tube cathodique)
Sélénium	Vieux photocopieurs
Sulfure de zinc	Intérieur des moniteurs à tube cathodique, mélangé à des terres rares
Autres	
Substances radioactives (américium)	Equipements médicaux, détecteurs d'incendie et de fumée, entre autres

Source: Ministère de l'environnement et du développement durable (MADS), Lineamientos Técnicos para el Manejo de RAEE, 2010.

2.2 Récupération et utilisation des déchets dangereux contenus dans les DEEE

Les paragraphes ci-après présentent plusieurs méthodes de récupération et d'exploitation des substances dangereuses contenues dans les DEEE.

2.2.1 Récupération des métaux contenus dans les DEEE

L'extraction de métaux présents en faibles concentrations dans les minéraux primaires consomme une énergie considérable. Comme les minéraux primaires, les DEEE sont une source de métaux primaires. La quantité d'or extraite d'une tonne de DEEE provenant d'ordinateurs est, par exemple, supérieure à la quantité extraite de 17 tonnes de minerai d'or (Abdul Khaliq, Muhammad Akbar Rhamdhani, 2015).

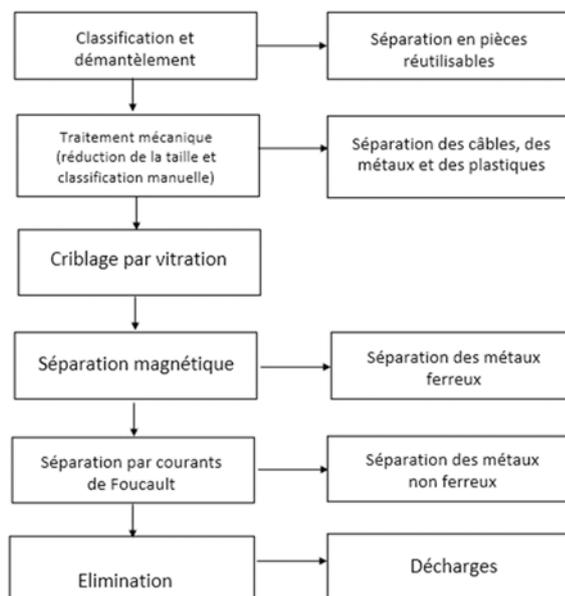
Pour gérer durablement les ressources, il convient de séparer les métaux dangereux des DEEE et de développer au maximum la récupération des métaux précieux et rares. Les métaux précieux constituent plus de 80 pour cent de la valeur des cartes à circuits imprimés et des calculatrices. Le cuivre est, après les métaux précieux, le métal présent dans les DEEE qui a le plus de valeur. L'extraction des métaux précieux (or, argent et palladium) et des métaux communs (cuivre, plomb et zinc) à partir des DEEE représente une valeur importante, à côté de laquelle il n'est pas souhaitable de passer (Abdul Khaliq, Muhammad Akbar Rhamdhani, 2015).

Essentiels pour la fabrication des équipements TIC (téléphones mobiles, ordinateurs, etc.), les métaux rares sont également très précieux pour la fabrication des panneaux solaires. On estime que l'utilisation des métaux rares sur le marché a plus que doublé depuis l'an 2000. Les métaux rares que l'on retrouve le plus souvent dans les équipements TIC sont l'indium, l'yttrium, le gallium et l'arsenic, même si les téléphones mobiles peuvent renfermer plus de 20 métaux rares comme le titane, le baryum ou encore le tantale. La rareté de ces métaux conjuguée à une augmentation de la demande les concernant favorise actuellement le recyclage et le développement de matériaux de remplacement.

Pour mener à bien ce type de recyclage, les entreprises compétentes doivent disposer d'informations sur le type et la quantité de métaux rares contenus dans les composants et les modules des équipements TIC. Ces informations doivent généralement être fournies par les fabricants, même s'il est possible d'utiliser des méthodes spécialisées pour déterminer les caractéristiques et procéder aux mesures correspondantes.

La **Figure 4** présente les procédés de traitement des DEEE utilisés pour séparer les éléments métalliques des éléments non métalliques, ce qui constitue la première étape en vue de la récupération des métaux séparés.

Figure 4: Gestion des DEEE pour séparer les parties métalliques et non métalliques



Source: Abdul Khaliq, Muhammad Akbar Rhamdhani, Geoffrey Brooks et Syed Masood, Metal Extraction Processes for Electronic Waste and Existing Industrial Routes: A review and Australian Perspective, 2015.

2.2.2 Méthodes de récupération des métaux contenus dans les DEEE

Une fois les premières étapes visant à séparer les éléments métalliques des éléments non métalliques effectuées (par des procédés physiques et chimiques, voir les exemples figurant dans le **Tableau 2**), les parties séparées peuvent faire l'objet de traitements au moyen de procédés métallurgiques (hydrométallurgie, pyrométallurgie, électrométallurgie, biométallurgie et associations de ces différentes techniques). Les procédés hydrométallurgiques et pyrométallurgiques sont les plus courants et peuvent être suivis par l'application de procédés électrométallurgiques/électrochimiques (par exemple, affinage ou extraction électrolytique) en vue de séparer et de récupérer le métal voulu.

Le traitement des DEEE grâce à des procédés biométallurgiques (par exemple la biolixiviation de métaux à partir de DEEE) n'en est qu'au stade des études en laboratoire, mais représente une possibilité à explorer compte tenu de son grand potentiel.

- **L'hydrométallurgie** permet d'extraire et de récupérer des métaux en utilisant des solutions aqueuses. Ce procédé est appliqué à une solution contenant un ou plusieurs métaux recherchés sous la forme d'ions, qui sont séparés et isolés de manière précise grâce à des réactions réversibles et des différences physiques dans les solutions. On obtient ainsi une solution riche en ions du métal recherché et présentant des caractéristiques propices à la réalisation de l'étape de production suivante. *En général, les métaux extraits grâce à cette technique proviennent de minerais qui ont auparavant fait l'objet d'une lixiviation, par exemple dans une solution à base de sulfate ou de chlorure d'ammonium. Normalement, les procédés hydrométallurgiques se font à basse température (entre 25 et 250°C). Les pressions utilisées peuvent varier entre quelques kilopascals (kPa) seulement et des pressions élevées pouvant atteindre 5 000 kPa. Enfin, les métaux sont séparés de la solution par affinage électrolytique (électrométallurgie) ou par des procédés de réduction chimique [...]* (Wikipédia, 2015).

Le **Tableau 2** présente les procédés hydrométallurgiques les plus utilisés pour récupérer les métaux présents dans les DEEE.

Tableau 2: Procédés hydrométallurgiques utilisés pour récupérer les métaux présents dans les DEEE

Métal récupéré	Principales caractéristiques du procédé	Produit principal	Année
Au	Traitement des puces électroniques avec du HNO ₃ pour dissoudre les métaux communs, lixiviation avec de l'eau régale, précipitation de l'or avec un sulfate ferreux	Au	2007
Au et Ag	Traitement des rebuts électroniques de moins de 0,5 mm avec du KI et du I ₂ ou du NaCl, extraction par solvant pour récupérer l'or et l'argent	Au et Ag	2007
Ni	Lixiviation du nickel à partir de condensateurs en céramique en utilisant une solution 1M de HNO ₃ à 90°C, 90 minutes de réaction et densité de pulpe de 5g/1	Ni	2007
Au (98%), Pd (96%), Pt (92%), Ag (84%)	Dissolution du métal commun dans du H ₂ SO ₄ et MgCl, dissolution des métaux précieux dans du HCl et des ions de bromure, cémentation de l'or avec de la poudre de zinc	Au et groupe de poudres de platine	2006
Cu (98%)	Dissolution du cuivre avec du H ₂ SO ₄ et de l'eau régale, extraction électrolytique du cuivre	Cu	2006
Cu, Ag (93%), Pd (99%), Au (95%)	Lixiviation du cuivre avec de l'acide sulfurique, lixiviation du palladium avec du chlore, lixiviation de l'or et de l'argent avec du thiocarbamide, absorption de l'or, de l'argent et du palladium avec du charbon actif	AgCl, Cu, Pd, Au	2005
Au (92%), Ag, Pd	Dissolution de métal commun dans du HCl ou du H ₂ SO ₄ , lixiviation de l'argent, de l'or et du palladium avec du HCl et NaClO ₃ , précipitation de l'or avec du FeCl ₂	Au (éponge)	2005
Au	Lixiviation des rebuts électroniques avec des solutions basiques de NaCl, CuCO ₃ et HCl	Au (résiduel)	2004
Sn, Pb	Dissolution des soudures dans des solutions de Ti acides. Récupération du titane et du plomb par électrolyse	Sn et Pb	2003
Cu, Pb, Sn	Lixiviation des cartes électroniques avec du HNO ₃ , électrolyse pour les métaux communs	Cu, Pb, Sn	2002
Au	Traitement thermique, lixiviation de l'or avec de l'eau régale, extraction par solvant de l'or avec du malonate de diéthyle, précipitation de l'or avec du sulfate de fer	Au métallique	1997
Au	Traitement alcalin en autoclave à 80°C-190°C pour retirer l'aluminium, traitement en autoclave à basse pression pour retirer les métaux non ferreux	Concentré riche en métaux précieux	1993
Ni et Au	Lixiviation des métaux communs avec de l'acide sulfurique et un agent de réduction au sulfate de fer, eau régale pour la lixiviation des métaux précieux	Solution de Ni et Au	1992

Source: Oliveros, H., Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2011.

- **La pyrométallurgie**, comme l'hydrométallurgie, fait appel à des procédés utilisant de hautes températures pour obtenir et affiner des métaux. Elle peut être utilisée pour extraire des métaux à partir du minerai, directement ou à partir de concentré, en utilisant la chaleur. Les

températures utilisées pour ce faire dépassent généralement les 950°C. Il s'agit d'une technique rapide qui permet de traiter de grandes quantités de minéraux.

Le maintien de la température nécessaire pour le procédé suppose un apport d'énergie, généralement fourni grâce à une réaction exothermique d'un produit dérivé du charbon, comme la coke, ou grâce à l'énergie électrique. En fonction du procédé, on ajoute un agent réducteur, qui peut être le combustible. Lorsque la réaction exothermique de la matière de départ suffit à maintenir la température nécessaire au procédé (c'est-à-dire sans ajout de combustible ou utilisation d'électricité), on dit que le procédé est autogène. On trouvera dans le **Tableau 3** une description des procédés pyrométallurgiques les plus souvent utilisés pour récupérer les métaux contenus dans les DEEE.

Tableau 3: Procédés pyrométallurgiques utilisés pour récupérer les métaux présents dans les DEEE

Technique	Métal récupéré	Caractéristiques du procédé	Résultats obtenus
Procédé Noranda, Québec (Canada)	Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Se, Te, Ni	Fusion de cuivre et de concentrés de cuivre, transformateur, four de fusion, électroaffinage du métal	Taux élevé de récupération du cuivre et de métaux précieux
Fonderie Boliden, Ronnskar (Suède)	Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Zn, Pb, Ni	Réacteur pour concentrés, 100 000 tonnes par an, transformation et affinage du cuivre, affinage de métaux précieux	Taux élevé de récupération du cuivre et de métaux précieux
Umicore (Belgique)	Métaux précieux, Se, Te, métaux communs	Lixiviation du cuivre, électroaffinage de métaux précieux, 250 tonnes de rebuts électroniques par an, four de fusion avec contrôle des émissions de gaz, substituts plastiques du coke	Récupération de métaux précieux, Sb, Bi, Se, Te, In
Procédé breveté de Dunn pour l'affinage de l'or	Or	Création d'une réaction sur des rebuts électroniques avec du chlore. Température entre 300°C et 700°C, dissolution des impuretés dans de l'acide chlorhydrique, dissolution de l'argent dans de l'acide nitrique et dans de l'hydroxyde d'ammonium; récupération d'échantillons d'or	Récupération d'un or pur à 99,9% à partir de déchets d'équipements électriques et électroniques
Procédé breveté de Day pour la récupération des métaux présents dans les déchets contenant de la céramique réfractaire	Métaux précieux, platine, palladium	Déchets mis dans un four à plasma à une température d'environ 1 400°C, scories de céramique, récupération de l'argent et du cuivre également	Récupération du platine et du palladium à partir de rebuts électroniques, avec des taux de récupération de 80,3% et de 94,2% respectivement
Procédé breveté d'Aleksandrovich pour la récupération de métaux du groupe du platine et de l'or à partir de rebuts électroniques	Famille du groupe du platine et d'or	Fusion des métaux par réduction au charbon	Récupération de métaux du groupe du platine et d'or

Source: Oliveros, H., Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2011.

Les procédés hydrométallurgiques présentent plus d'avantages que les procédés pyrométallurgiques, car ils sont fiables, précis et maîtrisables. De plus, les procédés pyrométallurgiques sont très polluants, puisqu'ils dégagent du dioxyde de soufre (SO₂) et du dioxyde de carbone (CO₂).

Le **Tableau 4** fournit un exemple de la récupération de parties métalliques et non métalliques à partir de cartes à circuits imprimés au moyen de procédés physiques et chimiques, qui peuvent être associés de différentes manières afin d'obtenir les éléments spécifiques présentant un intérêt.

Tableau 4: Recyclage des cartes à circuits imprimés

Procédés	Type	Caractéristiques	Avantages
Chimique	Pyrolyse sous vide	Les huiles et les gaz produits peuvent être utilisés dans le processus. Les déchets solides ne contiennent généralement pas de parties métalliques devant faire l'objet d'un traitement ultérieur (associé aux procédés physiques).	Les parties non métalliques telles que l'huile peuvent être utilisées dans la fabrication d'enrobés bitumineux.
	Ecoulement supercritique	Respectueux de l'environnement Sépare les parties métalliques et non métalliques.	En fonction de la température, il est possible d'extraire des retardateurs de flamme bromés. Au stade solide, une grande quantité de métaux sont conservés et peuvent être exploités par hydrométallurgie.
	Biolixiviation	Ce procédé fait appel à des micro-organismes afin d'extraire les métaux par la production d'acides organiques qui contribuent à la lixiviation des métaux. Respectueux de l'environnement Il est important de contrôler le type de micro-organismes.	Ce procédé permet d'extraire les composants métalliques restants sans qu'il ne subsiste de fractions non métalliques à traiter.
Physique	Force électrostatique	Aucune émission Séparation des parties métalliques et non métalliques.	Les parties non métalliques obtenues grâce à ces procédés peuvent être utilisées pour la formation de granulats dans la construction ou pour les filtres polymères.
	Séparation magnétique	Séparation des métaux magnétiques et non magnétiques Peu efficace.	
	Séparation gravimétrique	Séparation en fonction de la densité.	

Source: (Hadi, Xu, Lin, Hui, & Mckay, 2015) à l'adresse: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10369/3/CD-6168.pdf>.

Les techniques de pointe décrites plus haut (hydrométallurgie et pyrométallurgie) peuvent être associées à d'autres procédés chimiques et physiques afin d'obtenir des métaux rares et précieux. Ces techniques doivent être contrôlées et varient en fonction du métal recherché (Cui et Zhang, 2008).

- **Récupération des métaux à partir d'accumulateurs:** il est possible de récupérer du lithium, du nickel, du cadmium et d'autres métaux au moyen des procédés hydrométallurgiques et pyrométallurgiques.

Tableau 5: Recyclage des batteries

Type de batterie	Processus de recyclage
Alcaline-manganèse et zinc-carbone	Les procédés hydrométallurgiques et pyrométallurgiques sont adaptés pour récupérer du zinc, de l'acier ou du ferromanganèse ou des matériaux de rembourrage à l'usage du secteur de la construction.
Nickel-cadmium	Les procédés pyrométallurgiques sont utilisés pour récupérer du cadmium à 99% pur, afin de l'utiliser pour produire de nouvelles batteries nickel-cadmium ou ferronickel.
Nickel-hydrure métallique	Ces batteries sont traitées afin de récupérer du nickel, du fer et d'autres métaux.
Lithium-ion rechargeables	Ce type de batterie est traité afin de récupérer du cobalt, du fer et d'autres métaux.
Plomb-acide	Le plomb est récupéré afin de le réutiliser pour produire de nouvelles batteries.
Piles bouton	Les oxydes d'argent sont récupérés en vue de leur recyclage dans la fabrication de montres par les joailliers. Les piles peuvent également être recyclées afin de récupérer du mercure, du zinc et de l'acier.

Source: <http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/CT%202010/1000000204.pdf>.

2.2.3 Méthodes de récupération d'autres matériaux utilisables contenus dans les DEEE

Mises à part les cartes à circuits imprimés, il existe différentes méthodes permettant de récupérer des matériaux considérés comme dangereux tels que les matériaux présents dans les tubes à rayons cathodiques ou dans les accumulateurs. Ces matériaux sont décrits ci-après.

— Récupération et réutilisation des matériaux contenus dans les écrans CRT

La quasi-totalité des composants de ces écrans peuvent être réutilisés, à l'exception de la couche fluorescente. Cette couche doit être traitée selon les dispositions applicables aux déchets dangereux, car elle contient des terres rares telles que l'europium et l'yttrium, pour lesquels il n'existe aucune méthode de valorisation éprouvée.

D'autres composants, tels que les masques métalliques ou masques perforés ainsi que le verre propre d'écrans CRT, peuvent être recyclés afin d'obtenir des métaux ferreux et du verre, respectivement, et réutilisés par la suite dans des processus de production, s'il est démontré qu'il ne contiennent pas de plomb ni de substances issues de la couche fluorescente.

Le tube ou le verre au plomb présents dans les écrans sont utilisés comme granulats pour la fabrication de parpaings. Ce procédé ne suppose aucune forme d'extraction du plomb, puisque seul le tube est retiré et broyé en particules d'une taille moyenne de 4 mm. Les particules les plus fines sont traitées avec du sable et d'autres résidus minéraux en utilisant différentes techniques de nettoyage, de séparation et de séchage, ce qui permet d'obtenir deux groupes: un groupe rassemblant les particules d'un diamètre moyen supérieur à 0,063 mm et un autre groupe correspondant aux particules plus petites. Les particules de moins de 0,063 mm sont évacuées vers des décharges comme des déchets, tandis que les particules dont la taille est comprise entre 0,063 mm et 4 mm sont stockées, analysées et, si elles conviennent, utilisées comme fin granulat pour la fabrication de parpaings.

Les particules de plus de 4 mm sont nettoyées et séparées grâce à des techniques d'extraction par flottation ou par gravité. Les déchets non réutilisables sont séchés et envoyés vers des usines habilitées,

tandis que le reste est analysé et utilisé comme gros granulat pour la fabrication de parpaings (Jansen Recycling BV, 2009). L'oxyde de plomb (PbO) est très couramment utilisé pour l'encapsulation et/ou comme granulat pour le ciment, dans ce que l'on appelle le granulat cristallisé dans le clinker (Gong, Tian, Wu, Tan, & Lv, 2015).

– **Récupération des matériaux utilisables présents dans les écrans à cristaux liquides (LCD) et les écrans plasma**

Ces écrans sont composés de lampes à fluorescence (pour le rétro-éclairage) contenant du mercure, et contiennent également des oxydes d'indium-étain et des couches fluorescentes présentes dans les écrans plasma et les écrans à cristaux liquides. Le mercure contenu dans ces lampes, ainsi que d'autres substances présentes dans les écrans, peuvent être récupérés (dans des usines spécialisées) au moyen de méthodes appropriées. Ces procédés nécessitent des environnements clos et contrôlés, dans lesquels les opérateurs ne sont pas directement exposés et dans lesquels il existe des systèmes d'extraction de particules afin d'assurer la conformité avec les limites d'émissions nationales. Les filtres doivent être remplacés suivant les recommandations du fabricant.

Si les métaux présents dans la couche fluorescente ne sont pas récupérés, cette couche doit être envoyée en vue de son élimination au moyen de méthodes pour lesquelles des permis environnementaux ont été délivrés (incinération ou utilisation d'alvéoles de sécurité dans des décharges). Les niveaux de mercure et d'autres métaux lourds, ainsi que de particules, doivent être mesurés et contrôlés de manière fréquente sur les sites de traitement, afin de s'assurer que les limites d'exposition professionnelle sont respectées sur le lieu de travail et dans les sites de stockage.

Lampes à vapeur de mercure: des conteneurs doivent être fournis afin de stocker les éléments résultant du traitement de ces équipements, et doivent être conçus de manière à prévenir l'écoulement du mercure, ainsi que des aspirateurs industriels munis de filtres au charbon actif. La quantité de lampes à vapeur de mercure stockées et traitées doit être suivie (elle doit rester inférieure à 150 000 unités, soit moins de 500 grammes de mercure stocké). Mis à part le mercure, les composants métalliques, les plastiques et les poussières phosphorescentes peuvent être récupérés à partir de ces lampes et doivent faire l'objet d'un traitement. Les émissions dans l'air, l'eau et les sols doivent respecter les niveaux maximum autorisés au niveau national.

Tableau 6: Méthodes de traitements des composants d'éclairage à fluorescence

Élément obtenu	Produit recherché	Secteur de destination
Verre	Cristal	Cristallerie
		Eclairage
	Vitrification	Céramique
	Sable abrasif de décapage	Nettoyage
	Cuivre noir en fusion	Métallurgie
	Clinker	Ciment/construction
	Substitut de sable	
	Couche bitumineuse inférieure	
	Laine de verre	
	Substitut de silicium	Usines d'incinération

Élément obtenu	Produit recherché	Secteur de destination
Mercure	Cathode	Chlore/soude caustique
	Mercure	Eclairage
	Poussières phosphorescentes/ fluorescentes	Décharges contrôlées
Poussières	Déchets	Décharges contrôlées
	Réutilisation	Terres rares
Composants métalliques et revêtements	Flux métalliques	Métallurgie
Plastiques	Plastiques (mélangés)	Plastique
	Déchets plastiques	Décharges contrôlées

Source: WEEELABEX – Treatment, 2011.

Les responsables de la gestion effectuant le traitement ainsi que les centres de traitement en aval doivent être en mesure de traiter les éléments issus des processus de traitement qui ne peuvent pas être valorisés et qui présentent des risques pour l'environnement et la santé de la population (par exemple, envoi à une décharge contrôlée/alvéole de stockage, après leur encapsulation ou incinération dans des conditions contrôlées et conformément aux normes en vigueur dans chaque pays), et doivent conserver des registres appropriés.

La récupération peut incontestablement faciliter la réutilisation des déchets dangereux présents dans les DEEE. Toutefois, il est impératif de mener d'autres études approfondies sur les aspects coûts-avantages en matière d'environnement associés à la mise en œuvre des procédés de récupération et de réutilisation, pour mettre en évidence les possibles avantages sur le plan de l'efficacité énergétique et de la préservation de l'environnement, tout en tenant compte des risques de pollution due aux déchets secondaires produits par ces procédés et des répercussions de leur bonne gestion.

3 CHAPITRE 3 – Aspects sociaux de la gestion des DEEE

Le présent chapitre étudie les incidences sociales d'une mauvaise gestion des DEEE et fournira des orientations à l'usage des gouvernements et des responsables de la gestion dans les pays les moins avancés et les pays en développement, quelles que soient leurs conditions particulières, afin que ces acteurs puissent prendre les mesures appropriées.

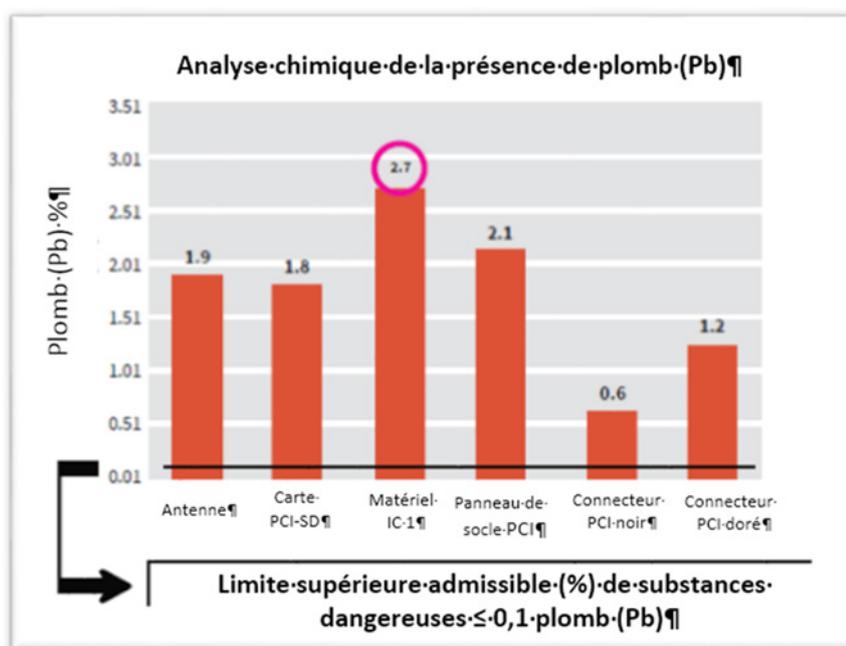
3.1 Dispositifs TIC de contrefaçon ou non conformes (de qualité inférieure)

Les dispositifs de contrefaçon (pour l'essentiel, des téléphones mobiles et des accessoires pour téléphones mobiles) sont des copies identiques ou analogues aux produits originaux d'une marque (au niveau de la marque ou de la conception).

Ces dispositifs posent problème, car ils ont des répercussions pour les entreprises privées et les pouvoirs publics, dans la mesure où ils entraînent une baisse des recettes (pour les fabricants et pour les administrations fiscales). De plus, ils nuisent à la «cote d'estime», puisque les consommateurs finissent par associer ces dispositifs défectueux à la marque elle-même. En outre, ils présentent des dangers pour la santé, étant donné que nombre d'entre eux ne se conforment à aucune spécification ou étude menée par les grandes marques, d'où un risque de court-circuit, voire d'explosion pour certains dispositifs comme les téléphones mobiles. De même, la vie privée de l'utilisateur est moins bien protégée, puisque très souvent, l'identité internationale d'équipement mobile (IMEI) a été dupliquée.

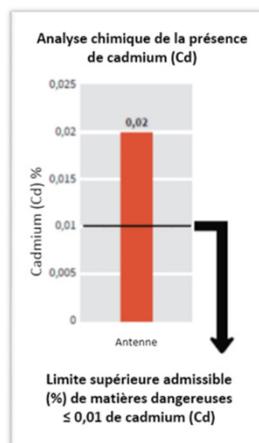
En ce qui concerne les considérations sociales et environnementales, des études menées par le Nokia Institute of Technology au Brésil ont fait apparaître que les téléphones mobiles de contrefaçon contenaient des substances comme le cadmium et le plomb dans des quantités supérieures à celles spécifiées dans les normes limitant l'utilisation des substances dangereuses (RoHS) (voir les **Figures 5 et 6**). De même, des études effectuées en Inde sur des téléphones mobiles originaux et de contrefaçon ont montré que les niveaux de plomb contenus dans les téléphones mobiles de contrefaçon étaient de 35 à 40 fois supérieurs à ceux considérés comme acceptables pour le consommateur, tandis que les téléphones mobiles originaux respectaient les normes RoHS.

Figure 5: Concentrations de plomb (Pb) dans les téléphones mobiles de contrefaçon



Source: (Mobile Manufacturers Forum, 2015).

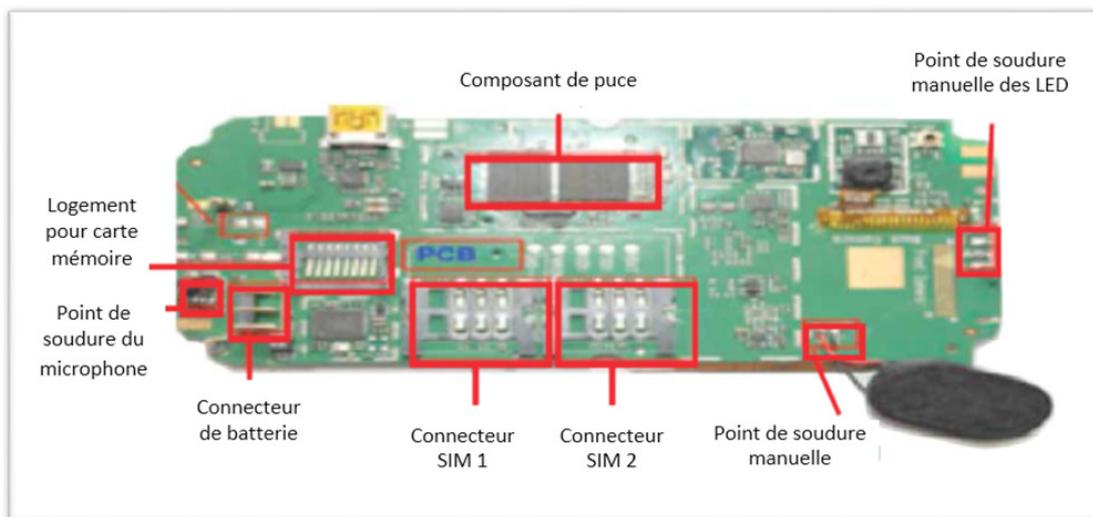
Figure 6: Concentrations de cadmium (Cd) dans les téléphones mobiles de contrefaçon



Source: Mobile Manufacturers Forum, 2015.

La **Figure 7** montre les parties des cartes à circuits imprimés où, dans le cas des téléphones mobiles de contrefaçon, les niveaux de plomb les plus élevés ont été détectés.

Figure 7: Pièces d'un téléphone mobile contenant des composants dangereux



Source: Mobile Manufacturers Forum, 2015.

Outre leur non-conformité aux normes RoHS, les téléphones mobiles de contrefaçon ne respectent pas les exigences en matière de tension, de caractéristiques sonores et de compatibilité électromagnétique, entre autres, ce qui représente un danger pour les consommateurs. Les équipements de contrefaçon constituent une menace en matière de cybersécurité, car ils sont difficiles à localiser, puisqu'ils n'ont pas d'identité IMEI ou que celle-ci est fautive, ce qui encourage la cybercriminalité. Les vols de téléphones mobiles destinés à être revendus sur le marché noir sont de plus en plus fréquents.

La piètre qualité des dispositifs pourrait se traduire par une obsolescence prématurée et, si on ajoute à cela le non-respect des normes RoHS (c'est-à-dire l'utilisation de substances dangereuses comme le plomb et le cadmium dans des quantités plus élevées que celles autorisées), les coûts environnementaux et économiques de la gestion des DEEE provenant des équipements de contrefaçon ne peuvent qu'augmenter. Ces dispositifs représentent ainsi une menace à de nombreux égards: sûreté et sécurité, santé, environnement et économie, entre autres. Il est par conséquent essentiel de lutter contre leur multiplication, en sensibilisant davantage les consommateurs aux répercussions négatives qu'entraîne l'achat de ces dispositifs et en mobilisant des ressources pour identifier et combattre les

marchés noirs sur lesquels ces types de dispositifs s'échangent. Chaque pays doit revoir et, au besoin, modifier sa législation applicable à ces délits afin de contenir le phénomène.

L'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI), l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC), la Commission Européenne (CE), l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) et l'Organisation Mondiale des Douanes (OMD) ont mis en œuvre conjointement des initiatives visant à protéger les droits de propriété intellectuelle et à lutter contre les produits de contrefaçon.

Dans ce contexte, la Question 8 de la Commission d'Études 11 de l'UIT-T (Lignes directrices relatives à la mise en œuvre de la signalisation et des protocoles et à la lutte contre la contrefaçon de dispositifs TIC)⁶ établit un cadre de référence ainsi que les exigences qu'il convient de respecter dans la mise en œuvre de solutions visant à lutter contre la circulation et l'utilisation de dispositifs de contrefaçon ou ayant subi une modification (altération volontaire).

Le présent rapport examine les problèmes que posent les équipements non conformes, ainsi que les moyens permettant d'établir une définition des dispositifs de contrefaçon, d'en identifier les producteurs et les distributeurs et de limiter l'importation de ces dispositifs.

3.2 Conséquences d'une mauvaise gestion des DEEE sur la santé

3.2.1 Groupes de population vulnérables

Les enfants et les femmes vivant dans des conditions de pauvreté, à proximité des sites de recyclage des DEEE, représentent une grande proportion des recycleurs informels. Il est toutefois difficile d'évaluer le nombre de travailleurs informels, faute de données.

L'Organisation Internationale du Travail a indiqué que les enfants constituaient le groupe le plus souvent employé dans le recyclage des DEEE, la taille de leurs mains leur permettant de démonter plus facilement les dispositifs électroniques. Il s'agit du groupe de population le plus vulnérable, compte tenu des risques pour la santé induits par l'exposition aux substances dangereuses telles que les métaux lourds, les retardateurs de flamme bromés, les diphényles polychlorés, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et autres vapeurs dangereuses. Compte tenu du poids et de la taille relativement faible des enfants, les effets de l'exposition à ces substances sur leur organisme sont considérablement plus graves que pour les adultes (Perkins, Brune Drisse, Nxele & Sly, 2014).

3.2.2 Situation actuelle en matière de santé

Dans les pays en développement, le recyclage des DEEE est un problème latent. En effet, ces économies reposent principalement sur des entreprises informelles et ne fournissent aucune garantie en matière de santé et de sécurité pour les travailleurs pauvres, ni en matière de protection de l'environnement dans le cadre des procédés d'extraction de matériaux précieux (métaux ferreux, non ferreux, précieux, etc.), qui sont réalisés au moyen de techniques rudimentaires et aboutissent à la vente illicite des matériaux obtenus (Sepúlveda *et al.*, 2010).

Les recycleurs informels, ou «entreprises de recyclage», récupèrent des pièces d'équipement, les trient et les séparent manuellement et/ou à l'aide d'outils avant d'appliquer des procédés rudimentaires utilisant la chaleur ou des composés chimiques. Les méthodes les plus fréquemment utilisées sont: l'incinération des cartes à circuits imprimés et des câbles à ciel ouvert, la combustion des cartes à circuits imprimés afin de séparer les composants ou les soudures, le broyage et la fonte des plastiques, l'incinération de câbles afin d'obtenir du cuivre, la lixiviation des cartes à circuits imprimés au moyen de la chaleur ou d'acides, la récupération de l'or à partir des cartes à circuits imprimés par lixiviation au moyen de sels de cyanure ou en utilisant un amalgame de mercure et d'acide nitrique, le

⁶ Le document complet est reproduit dans le Document TD1337 (GEN/11).

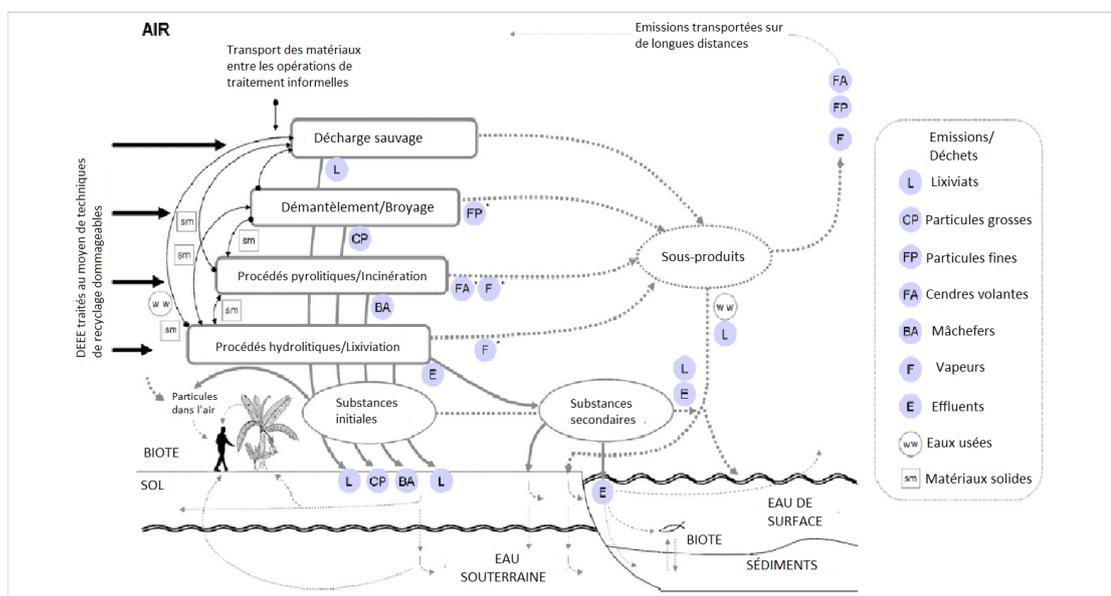
démantèlement manuel des tubes à rayons cathodiques et l'incinération des plastiques à ciel ouvert (Sepúlveda *et al.*, 2010).

Ce problème prend de plus en plus d'ampleur, et, du fait du caractère clandestin de ces activités, il est difficile pour les autorités responsables (gouvernements, ministères de la santé, etc.) d'exercer une supervision adéquate, ce qui accroît l'incidence des pathologies associées à l'exposition aux plus de 1 000 composés toxiques pouvant être présents dans les DEEE.

3.2.3 Modes de propagation des polluants dans l'environnement

Il existe un certain nombre de méthodes (certaines plus sûres que d'autres) permettant de récupérer des matériaux utiles à partir des DEEE. Si les précautions nécessaires ne sont pas mises en œuvre dans l'application de ces procédés, ceux-ci peuvent avoir des incidences sur l'environnement (voir la **Figure 8**).

Figure 8: Activités de recyclage des DEEE en Chine et en Inde, types d'émissions produites et modes de propagation dans l'environnement



Source: Sepúlveda *et al.*, 2010.

Les polluants/composés peuvent être présents dans le processus d'extraction des matériaux précieux sous trois formes (Sepúlveda *et al.*, 2010):

- 1) Les substances initiales: les composés constitutifs des DEEE;
- 2) Les substances secondaires: utilisées dans le processus de recyclage (cyanure, eau régale, etc.);
- 3) Sous-produits: obtenus par la transformation des composants initiaux au moyen des substances secondaires.

Toutes ces substances se caractérisent par des réactions différentes, et, en fonction de leur modes de propagation, peuvent être considérées comme des émissions ou comme des produits (voir la **Figure 8**).

- 1) Lixiviats issus des activités de traitement (L);
- 2) Particules résultant des activités de démantèlement (CP);
- 3) Cendres et mâchefers produits par l'incinération de matériaux (FA et BA);

- 4) Vapeurs issues de l'amalgame du mercure, du dessoudage des cartes à circuits imprimés ou d'autres types d'incinération (F);
- 5) Eaux usées résultant du démantèlement ou du criblage des matériaux (WW);
- 6) Effluents issus de la cyanuration, d'autres opérations de lixiviation ou d'amalgames de mercure (E).

Le recyclage informel de ces déchets présente de nombreux risques pour la santé, les personnes pouvant être exposées à ces émissions par l'intermédiaire de différentes sources (l'air, l'eau et le sol). Ces émissions peuvent avoir des incidences directes sur les recycleurs et les tiers se trouvant à proximité des sites de recyclage. Il a été démontré que les concentrations aériennes de plomb, de dioxine/furane et de polybromodiphényléther (PBDE) dans les sites consacrés à la gestion de ces substances sont supérieures aux concentrations relevées dans les principales villes d'Asie. Ces taux de concentration, qui dépassent les niveaux autorisés par l'Organisation Mondiale de la Santé, peuvent être préjudiciables pour la santé (Sepúlveda *et al.*, 2010).

3.2.4 Modes d'exposition

Il existe plusieurs types de composés qui, par ingestion, inhalation ou contact avec la peau, peuvent avoir des effets nocifs sur la santé, si les personnes exposées n'ont pas été protégées de manière adéquate et/ou lorsque le recyclage des composants s'effectue dans de mauvaises conditions de sécurité.

L'**Annexe 3** contient un tableau, élaboré par *Grant et al.* en 2004, résumant différents aspects de l'exposition et portant sur les composés qui entrent en jeu dans le traitement des DEEE, les modes d'exposition, les sources d'exposition et les pathologies liées à l'exposition de l'organisme à ces substances.

Le recyclage informel des matériaux contenus dans les DEEE s'accompagne d'un risque considérable de pollution, par exemple lors de l'incinération des plastiques ou d'autres matériaux, ou lorsque le dessoudage des cartes à circuits imprimés est réalisé au moyen de composés chimiques tels que du cyanure ou certains acides produisant des vapeurs, lesquelles peuvent être inhalées par des personnes qui ne disposent pas de protection et peuvent provoquer des problèmes de santé chez celles qui y sont exposées (Perkins, Brune Drisse, Nxele & Sly, 2014).

De plus, les méthodes de recyclage inadaptées finissent généralement par polluer l'environnement (eau, sol et air), et se traduisent par le déversement de nombreux sous-produits issus du recyclage dans des étendues d'eau ou par la bioaccumulation de ces sous-produits par les animaux et les hommes (comme dans le cas du mercure).

Les enfants sont sensibles à l'exposition aux DEEE. Le processus de recyclage informel peut avoir des effets néfastes sur les enfants même avant leur naissance, du fait de l'accumulation de composés de cadmium, de plomb, de nickel et d'autres éléments par le placenta chez les femmes enceintes exposées (Guo *et al.*, 2010). Cela est également le cas des enfants nourris au lait maternel, dans lequel des polluants se sont accumulés.

Des effets nocifs ont été observés chez des enfants vivant à proximité de sites où des déchets de ce type sont recyclés (Grant *et al.*, 2013) (Perkins, Brune Drisse, Nxele & Sly, 2014).

Outre l'exposition indirecte, les enfants sont généralement confrontés à une «exposition domestique», soit en raison des opérations de recyclage menées dans leur foyer, soit en raison de la capacité de certains composants d'adhérer aux vêtements (Grant *et al.*, 2013) (Perkins, Brune Drisse, Nxele & Sly, 2014).

3.2.5 Conséquences de l'exposition

Les effets des substances séparées sur la santé ont été étudiés de manière approfondie. Toutefois, les effets produits par des composés tels que ceux présents dans les vapeurs issues du recyclage informel des DEEE sont moins connus.

Les effets potentiels des vapeurs de DEEE sur la santé des personnes exposées sont notamment: une insuffisance respiratoire, des incidences néfastes sur la glande thyroïde, des effets cytotoxiques et génotoxiques, une hypotrophie à la naissance et des troubles mentaux, entre autres.

Par ailleurs, l'exposition à ces substances entraîne probablement des effets cancérigènes et des perturbations endocriniennes susceptibles de compromettre le développement normal (Perkins, Brune Drisse, Nxele & Sly, 2014).

Grant et ses collaborateurs (2013) ont analysé différentes études concernant l'exposition aux DEEE, dont 23 ont établi qu'il existait un lien entre l'exposition aux DEEE et les résultats en matière de santé mentale et physique, de développement neurologique et d'apprentissage. Sur ces 23 études, 16 ont constaté un lien entre l'exposition aux DEEE et des problèmes de santé physique tels que des changements de la fonction thyroïdienne, des effets sur la santé reproductive, un développement pulmonaire insuffisant et des changements de l'activité fonctionnelle des cellules (Grant *et al.* 2013).

Il a également été constaté que les enfants âgés de huit à neuf ans et vivant dans une ville consacrée au recyclage des DEEE (Guiyu, République populaire de Chine) présentent une vitalité moindre que les enfants résidant dans des villes qui ne réalisent pas ces opérations, et qu'ils présentaient des niveaux de plomb dans le sang considérablement supérieurs (Grant *et al.*, 2016).

A Montevideo, une étude sur l'exposition des enfants au recyclage informel des DEEE, en particulier des câbles, a établi que 24 pour cent des enfants concernés par l'étude avaient des niveaux de plomb dans le sang supérieurs aux niveaux autorisés par l'OMS (Pascale *et al.*, 2016).

De même, il a été constaté que, chez les femmes ayant été exposées à ces composés, des dépôts de polluants s'accumulaient dans la masse grasseuse et que, les seins étant largement composés de tissus lipidiques, il existait une forte possibilité de transmettre les composés en question à un enfant pendant la grossesse par l'intermédiaire du placenta, ou lors de l'allaitement dans le lait maternel (Minh Tue *et al.*, 2014).

4 CHAPITRE 4 – Aspects économiques de la gestion des DEEE

Le présent chapitre expose les aspects économiques de la gestion des DEEE compte tenu d'un certain nombre de mécanismes de reprise des équipements TIC mis en place dans différents pays. Il contient en outre des recommandations à l'usage d'autres gouvernements qui envisagent de mettre en œuvre un système de gestion des DEEE ou qui cherchent à réduire les coûts de transport de ces déchets.

4.1 Mécanismes de reprise

Le processus de reprise revêt une très grande importance dans la chaîne de gestion des DEEE étant donné que l'opération de reprise intervient au début du processus et que, sans cette opération, il n'y aurait rien à gérer.

Le processus de reprise s'articule autour de quatre grands axes: 1) les normes qui régissent le système; 2) les zones opérationnelles de collecte et de traitement des DEEE; 3) le financement du système; et 4) les moyens de suivi et de contrôle du flux des déchets DEEE relevant ou non de la juridiction du système, avec l'aide de tous les acteurs intervenant dans le processus (consommateurs, producteurs, distributeurs et organismes gouvernementaux).

Une des principales stratégies visant à encourager la reprise des DEEE repose sur le principe de la «responsabilité élargie du producteur» ainsi que sur des mesures de sensibilisation de la population. Les résultats ont été mitigés: succès dans certains pays et échecs dans d'autres en fonction de la situation sociale de chaque pays.

On trouvera dans les sections qui suivent une description d'un certain nombre de mécanismes de collecte/reprise mis en place dans différents pays ainsi que des recommandations pour optimiser le processus.

4.2 Recommandations relatives à la reprise

Comme on l'a vu dans les initiatives prises par d'autres pays, la réussite de la collecte des déchets ne peut être garantie que si le producteur, le distributeur, le consommateur et le gouvernement sont impliqués dans le processus et mettent en œuvre les recommandations suivantes (que nous soumettons pour examen à la CE 2 au titre de la Question 8/2):

- 1) Sensibiliser les personnes aux incidences des DEEE et expliquer pourquoi ces déchets devraient être traités dans le cadre de programmes de recyclage officiels.
- 2) Rechercher le soutien financier du gouvernement de chaque pays afin de réduire les coûts de transport.
- 3) Créer des points de collecte communs où les habitants peuvent rapporter les équipements électriques et électroniques non utilisés.
- 4) Encourager l'octroi de rabais sur l'achat de nouveaux dispositifs électroniques en cas de retour d'équipements non utilisés aux magasins de distribution.
- 5) Réaliser au niveau des pouvoirs publics une étude sur le secteur informel du recyclage des DEEE afin de déterminer la législation à mettre en place en la matière et de réduire au minimum les incidences sur la santé et l'environnement.
- 6) Encourager les producteurs à mettre en œuvre des programmes de collecte (idéalement des programmes CST) afin de garantir la reprise d'une quantité importante de déchets DEEE.
- 7) Faire en sorte que l'Etat fixe des objectifs en matière de collecte des déchets DEEE afin que les producteurs, de leur côté, fixent des objectifs dans leurs programmes de reprise de ces déchets.

- 8) Promouvoir les programmes de sensibilisation à l'intention des populations des zones rurales pour que ces populations utilisent autant que possible les points de collecte dans les zones urbaines.
- 9) Encourager les partenariats entre différentes entreprises intervenant en aval de la consommation afin de partager les coûts d'exploitation comme les coûts de transport et les coûts d'élimination des déchets dangereux.

4.3 Incidences économiques et débouchés commerciaux liés aux DEEE

Chaque jour de grandes quantités de produits électroniques, et par voie de conséquence des quantités toujours plus importantes de DEEE, sont produites,⁷ conséquence directe de la consommation d'équipements électriques et électroniques: selon les estimations de l'Université des Nations Unies (UNU), le volume de DEEE va augmenter, passant de 41 millions de tonnes par année à 47 millions de tonnes par année en 2017. Ces déchets sont très encombrants et contiennent des substances toxiques comme le plomb et le mercure qui ont des incidences sur l'environnement et la santé des personnes.

L'augmentation du volume de DEEE est apparemment liée à l'utilisation des ordinateurs et dispositifs mobiles de dernière génération: en effet les gens se débarrassent des dispositifs «obsolètes» pour acheter les nouveaux modèles, ce qui se traduit par une augmentation massive et incontrôlée des volumes de DEEE.

Etant donné que les dispositifs électriques et électroniques ont aujourd'hui un cycle de vie très court, il est très important de les recycler pour maintenir au minimum le volume des déchets.

4.3.1 Débouchés commerciaux

Indépendamment des avantages qu'elle présente pour l'environnement et la santé, une bonne gestion des DEEE peut aussi entraîner des retombées économiques: investissements financiers, investissements dans les infrastructures et adoption d'une législation sur le recyclage et la réutilisation des matériaux provenant des DEEE.

Les problèmes existants peuvent donc se transformer en perspectives sur le plan économique et en matière de progrès social, en particulier dans les pays les moins avancés, car la réutilisation et la récupération de matériaux provenant des DEEE et la réduction des matériaux dangereux devant être éliminés peuvent garantir des revenus plus importants dans le cadre d'un programme de recyclage.

Utiliser ces déchets au niveau local (plutôt que de les exporter vers les pays développés) garantirait des revenus plus élevés (économies sur les coûts des formalités administratives et du transport) et éviterait de devoir stocker ces déchets susceptibles de contaminer l'eau et les sols et d'encourager le recours à des solutions informelles peu sûres, avec le risque d'exposition à des produits polluants qui en découle.

Au vu des importations et des exportations de déchets DEEE et des incidences de ce commerce sur l'économie et l'environnement, il est essentiel que chaque pays fixe des priorités, assure des investissements et adopte une législation afin de renforcer les efforts communs déployés par la communauté internationale pour garantir une élimination et une utilisation adéquates des déchets DEEE.

Les DEEE devraient être considérés pas uniquement comme un problème pour l'environnement et la santé publique (avec des millions de personnes qui occupent des emplois informels pour le traitement des DEEE dans des conditions peu sûres) mais aussi comme un créneau économique qui peut être rentable.

⁷ Document SG2RGQ/50, «Activités de l'UIT-D concernant les déchets d'équipements électriques et électroniques», Coordonnateur du BDT pour la Question 8/2.

4.3.2 Une source d'emploi

Le recyclage des DEEE est un travail essentiellement manuel qui est souvent effectué par des enfants (en raison de la petite taille des composants); il est donc tout à fait possible d'accroître le nombre de travailleurs du secteur formel travaillant dans de bonnes conditions de sécurité, de stimuler l'économie en consentant des dépenses et d'éviter d'exposer les enfants à ces environnements dangereux. Le recyclage des déchets DEEE pourrait constituer une source d'emploi fiable qui permettrait d'offrir des emplois décents en ayant recours à une main-d'œuvre spécialisée dans le traitement des déchets DEEE ou dans d'autres activités. Il contribuerait également à réduire les taux de chômage dans les pays en développement. Les fabricants d'équipements électriques et électroniques devraient être encouragés à contribuer aux fonds d'assistance pour la réutilisation et le recyclage des matériaux en vue de créer des emplois verts.

4.3.2.1 Récupération des métaux (accroissement des revenus, réduction de la consommation d'énergie)

L'exploitation des mines urbaines c'est-à-dire la récupération des métaux contenus dans les DEEE (légitime ou illégale) a augmenté ces dernières années car on a besoin de métaux précieux et/ou rares pour fabriquer des équipements électriques et électroniques. C'est la raison pour laquelle la récupération de ces métaux de façon adéquate et en toute sécurité pour les travailleurs et pour l'environnement est devenue une priorité. Toutefois, dans un petit nombre de pays la récupération de ces métaux relève du secteur formel, à la différence des pays en développement où le coût d'exportation de ces déchets est élevé. Il est donc nécessaire d'encourager la création d'entreprises régionales qui s'occuperaient de l'extraction en toute sécurité de ces métaux, ce qui créerait des débouchés commerciaux pour les économies émergentes (coûts de transport et des permis environnementaux réduits au minimum etc.) en suscitant une concurrence saine avec les grandes raffineries ou en encourageant l'expansion de grandes entreprises dans d'autres pays ou bien encore en créant davantage d'emplois verts. En outre, la récupération des métaux contenus dans les DEEE peut réduire les opérations minières nécessaires pour extraire des matériaux vierges de la Terre, ce qui à son tour réduira la consommation d'énergie (eau et électricité) et l'impact sur l'environnement (émissions, rejets, etc.).

4.3.2.2 Réduction des coûts

Réduire la quantité de composants dangereux présents dans les dispositifs électroniques peut aider les petites entreprises à gérer ces substances de façon à maximiser leurs revenus en utilisant leurs déchets et en réduisant ainsi le coût du traitement des déchets dangereux.

4.3.2.3 Incitations monétaires

Il est essentiel d'évaluer dans quelle mesure il est possible d'utiliser les composants des DEEE dans la fabrication de nouveaux dispositifs, ce qui pourrait réduire le coût des matières premières et apporter des avantages économiques pour les installations de recyclage et les entreprises fabriquant de tels dispositifs. Cela permettrait de réduire le coût final des nouveaux produits qui seraient ainsi financièrement davantage accessibles pour le grand public.

4.3.2.4 Travaux de recherche

Des ressources financières et intellectuelles considérables sont nécessaires pour effectuer des recherches sur les moyens d'encourager la protection de l'environnement et de mettre en place de mécanismes de recyclage des DEEE plus efficaces qui permettront d'obtenir des matières premières dans de bonnes conditions et de réduire la quantité de produits et de composants dangereux présents aujourd'hui dans les DEEE.

Cela encouragerait les progrès technologiques dans le domaine des nouveaux dispositifs électroniques, ferait baisser la consommation d'énergie, retarderait l'obsolescence et garantirait que les principaux composants peuvent être réutilisés et traités facilement.

Des organisations tant publiques que privées pourraient être désireuses d'investir non seulement localement mais aussi au niveau international dans le but de promouvoir le bien-être économique social et environnemental de la planète.

Il est évident qu'en plus des avantages qu'offre le recyclage des DEEE sur le plan de l'environnement, il y a aussi de nombreux avantages économiques et financiers. Les centres de recyclage des DEEE sont aujourd'hui plus indispensables que jamais dans le monde et il faut une coopération à l'échelle mondiale pour garantir le respect et la mise en application des législations et encourager la responsabilité sociale des entreprises.

4.4 Modèles économiques pour le financement d'un système de gestion des déchets DEEE

Avant de définir des modèles économiques adaptés, il est important de relever que deux types de coûts interviennent dans la chaîne de recyclage des DEEE: les coûts de traitement et les coûts structurels.

Les coûts techniques sont ceux liés au stockage temporaire, à la reprise, au transport et au traitement (dans le cas de normes minimales, il s'agit des étapes incluses dans la mise en œuvre).

4.4.1 Coûts de traitement

Un certain nombre de variables influent sur ses coûts, notamment le coût de l'énergie, le coût horaire du travail et l'amortissement du matériel. La société Cyrcl Consulting a défini les coûts nets à l'aide de l'équation suivante:

Coût net de traitement

- = *fraction ayant une valeur positive*
- *coûts d'exploitation (y compris énergie, coûts de personnel et amortissement)*
- *fraction ayant une valeur négative – marge bénéficiaire*

Source: Cyrcl consulting, 2015.

Lorsque les recettes associées aux marchés en baisse ne suffisent pas à couvrir les coûts pour une gestion adéquate des fractions ayant une valeur négative (gestion des déchets dangereux) ou lorsque les coûts d'exploitation sont particulièrement élevés (coût horaire des employés, coût de l'énergie, autres coûts), le coût net du traitement sera négatif. Les coûts nets de traitement positifs sont courants dans les pays qui ont des usines de traitement collectives (comme les raffineries dans les pays européens) et un marché stable.

4.4.2 Coûts structurels

Ces coûts sont associés aux mesures nécessaires pour contrôler le bon fonctionnement du système. On distingue cinq catégories:

Mesures de renforcement: coûts de contrôle supportés par les producteurs dans le cadre du respect de leurs obligations et de l'exercice de leurs responsabilités.

Audit: coûts des audits des usines et autres centres qui interviennent dans la chaîne de recyclage des DEEE afin de prévenir des pratiques inappropriées.

Sensibilisation: coûts afférents aux mesures de sensibilisation du public à une bonne gestion des DEEE, l'accent étant mis sur la reprise c'est-à-dire le retour/l'élimination dans de bonnes conditions des déchets électroniques.

Garanties: cas d'un producteur qui cesse d'exister ou cas dans lesquels, pour d'autres raisons, l'entreprise ne peut financer la part des DEEE qu'elle devrait gérer. En Europe, pour de telles éventualités, la Directive relative aux DEEE prévoit des garanties financières pour les appareils électriques ménagers qui sont commercialisés.

Autres coûts: coûts qui n'entrent pas dans l'une des catégories ci-dessus.

4.4.3 Principe de la responsabilité élargie du producteur

Comme on l'a déjà expliqué, il s'agit du principe selon lequel les producteurs d'équipements électriques et électroniques ont l'obligation d'assurer une gestion adéquate de leurs dispositifs lorsque ces dispositifs arrivent en fin de vie utile.

Ce principe est à la base des systèmes économiques de financement des DEEE, étant entendu que les producteurs seront responsables de la gestion de ces déchets.

4.5 Recommandation relative à un modèle de financement des DEEE

Parmi les différents modèles évalués par la société de consultance Cyrcl, les éléments communs qui pourraient être adaptés sont notamment les suivants:

- Les organismes et les personnes qui amènent les DEEE aux points officiels de collecte des déchets électroniques doivent être exonérés du paiement de toute taxe. Cette mesure pourrait constituer un argument de poids pour confier la gestion des déchets au secteur officiel et créer un obstacle financier pour les recycleurs informels et les obliger à s'adapter aux canaux officiels.
- Sur le long terme, l'efficacité du système peut être garantie à condition qu'il s'agisse d'un système basé sur la responsabilité élargie du producteur et géré par le secteur privé pour autant que ce dernier ait mis en place de meilleures mesures d'incitation pour réduire l'impact économique de la gestion des DEEE.
- La concurrence loyale entre les personnes qui s'occupent de la reprise des équipements et les personnes chargées du recyclage doit être loyale. C'est là un des facteurs essentiels pour maintenir une bonne rentabilité sur le long terme à condition que des normes de qualité minimale soient clairement définies.
- Il doit y avoir une parfaite transparence en ce qui concerne les coûts effectifs afin de mieux faire connaître aux consommateurs et à la société en général les incidences financières d'une bonne gestion des DEEE. Pour cela il faut informer le public sur la façon dont les fonds pour la gestion des DEEE sont affectés.
- Le système de collecte des déchets ne devrait pas entrer en concurrence avec le système de réutilisation locale ou le secteur du reconditionnement:
 - Du point de vue social, ce secteur aide les personnes à faible revenu à avoir accès aux DEEE;
 - Du point de vue environnemental, ce système contribue à allonger la durée de vie utile des équipements électriques et électroniques et retarde l'élimination définitive et la récupération des matériaux;
 - Du point de vue économique, la valeur de réutilisation d'une pièce d'un équipement électronique et de ses composants est bien supérieure à sa valeur matérielle.
- Dans le cas d'un système basé sur la responsabilité élargie du producteur, il est essentiel de définir clairement qui est le producteur car il peut être fait référence non seulement à la marque

du produit mais aussi à toutes les entités locales qui interviennent dans la production, dans l'assemblage ou dans l'importation d'équipements électriques et électroniques nouveaux ou usagés sur le marché.

- En cas de contrefaçon (comme dans le cas de l'Éthiopie), des mesures de renforcement sont nécessaires, en particulier pour les systèmes basés sur la responsabilité élargie du producteur, afin d'éviter toute asymétrie sur le marché légal des produits manufacturés.

Dans le domaine examiné par la société de consultance Cyrclé, il est manifestement important de garantir une division équitable des responsabilités entre les principaux groupes d'intérêts:

- Transport et traitement (coûts techniques), basé sur la responsabilité élargie du producteur et conformément à l'approche la plus largement utilisée à l'échelle mondiale et qui a reçu le soutien de l'industrie:
 - Il revient aux ménages qui consomment des équipements électriques et électroniques, selon un tarif basé sur la facture d'électricité, de financer l'accès aux déchets (reprise, transport et traitement). L'accès au coût des déchets est actuellement l'un des facteurs expliquant le coût élevé du recyclage des DEEE dans la plupart des pays en développement.
 - Le fait de faire supporter le financement de cette opération aux consommateurs peut contribuer à faire évoluer progressivement leur comportement eux qui espèrent obtenir une compensation économique pour le traitement des DEEE, même lorsque ces déchets sont rejetés en vue de leur recyclage. Cela ne doit pas affecter le système de réutilisation actuel et les négociations sur le reconditionnement qui doivent être incluses dans le mécanisme proposé.
- La répartition des coûts d'accès des consommateurs aux DEEE contribue à éviter que le secteur privé formel soit surchargé, ce qui risquerait de faire augmenter le prix des produits. Le marché noir et le marché des produits de contrebande seraient de ce fait encouragés et la volonté de mettre en oeuvre correctement le mécanisme proposé (Cyrclé Consulting, 2015) serait plus grande.
- Même si le modèle économique décrit ici est destiné à l'Éthiopie qui se heurte aux mêmes problèmes que d'autres pays en développement, il peut être mis en œuvre dans n'importe quel pays ayant besoin d'un système de financement pour garantir une bonne gestion des DEEE. La décision doit toutefois être prise par les autorités compétentes de chaque pays et les pouvoirs publics doivent analyser les conditions particulières de leur pays et adapter le modèle en conséquence.

5 CHAPITRE 5 – Contributions et études de cas

On trouvera dans le présent Chapitre les résumés de contributions et d'études de cas reçues. Les contributions et études de cas utilisées dans le corps du rapport ne figurent pas dans ce Chapitre.

5.1 Brésil: Méthodes d'exploitation techniquement réalisables pour les déchets dangereux contenus dans les déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC

Le Brésil a soumis une contribution sur les moyens de réduire la production de déchets électroniques par la réutilisation.⁸

5.1.1 Télévision numérique/télévision analogique

Il peut être extrêmement dangereux de travailler avec des substances chimiques comme le plomb, le chrome ou le mercure car ces éléments peuvent intoxiquer les personnes ou contaminer les sols et l'eau. Toutefois, nous devons encore travailler avec ces substances car, pendant de nombreuses années le plomb a été utilisé dans les soudures et les tubes cathodiques, et les composés bromés ont été utilisés dans des composés comme les retardateurs de flamme.

Pour illustrer les incidences de ces substances, il est à noter que l'on compte encore 34,5 millions de postes de télévision à tube cathodique dans les foyers brésiliens. Avec le passage de la radiodiffusion analogique à la radiodiffusion numérique et la cessation imminente des émissions analogiques dans plusieurs villes brésiliennes, la plupart de ces équipements vont être mis au rebut.

Pour résoudre ce problème, le Brésil a réduit l'élimination des postes de télévision à tube cathodique en mettant en place une politique publique visant à encourager l'utilisation de convertisseurs numériques afin de prolonger la durée de vie d'un grand nombre de vieux postes de télévision. Le Gouvernement brésilien fournit les décodeurs pour les groupes de population à faible revenu et la plupart de ces décodeurs seront utilisés pour les postes de télévision à tube cathodique. Cette politique permettra de réduire le nombre de tubes cathodiques à mettre au rebut.

5.1.2 Suggestions pour trouver une solution au problème des substances dangereuses présentes dans les DEEE

- Informer les fabricants d'équipements et les consommateurs des restrictions concernant l'utilisation des substances dangereuses.
- Demander aux fournisseurs d'équipements électriques et électroniques d'indiquer si des substances dangereuses sont présentes dans leurs produits et en quelle quantité. Le Brésil dispose d'une norme spécifique à cet égard.
- Interdire l'enfouissement des déchets d'équipements électriques et électroniques s'ils n'ont pas été traités et recyclés préalablement.
- Donner des orientations aux fabricants de produits TIC concernant le recyclage et l'élimination de leurs produits en fin de vie.
- Encourager un secteur et un marché rentables pour ce qui est du recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques.
- Rendre les produits moins dangereux, changer les processus industriels afin de diminuer, voire d'éliminer les substances dangereuses.

⁸ Document 2/330, «Méthodes d'exploitation techniquement réalisable pour les déchets dangereux contenus dans les déchets résultant de l'utilisation des télécommunications (TIC)», République fédérative du Brésil.

- Recycler et réutiliser les déchets dangereux. A titre d'exemple, le plomb est utilisé pour fabriquer le cristal.
- Transformer les déchets dangereux en déchets moins dangereux en utilisant des méthodes comme celle de la décomposition naturelle (bioremédiation – dégradation biologique microbienne ou phytoremédiation –, utilisation de plantes vivantes pour dépolluer des eaux, des sols ou de l'air contaminés), incinération pour réduire au minimum le volume et convertir les déchets en cendres susceptibles d'être manipulées par des machines et chimiquement digérées (pour extraire des substances intéressantes).

5.1.3 Carte des recycleurs au Brésil

Le Brésil a présenté le résumé d'une étude menée en 2013 afin d'évaluer la viabilité technique et économique de la logistique inversée pour les DEEE au Brésil. Cette étude a notamment permis d'élaborer une carte mettant en évidence la répartition des entités de recyclage dans le pays. La région de Manaus est celle rassemblant le plus grand nombre d'entités de recyclage, car il s'agit d'une zone franche, avec très peu de contrôles. Cette carte a été élaborée par l'Agence Brésilienne de Développement Industriel (ABDI). Cette contribution contient en outre un résumé des autres études et documents relatifs à la gestion des DEEE et à sa contribution à l'emploi au Brésil.⁹

5.2 Burundi: Situation actuelle en ce qui concerne la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)

Le Burundi a soumis une contribution¹⁰ dans laquelle il est indiqué que le volume de déchets d'équipements électriques et électroniques dans le pays augmente de jour en jour. Ces déchets proviennent pour l'essentiel de dispositifs mobiles et radioélectriques, de dispositifs de radiocommunication et de télévision, ainsi que d'autres appareils électriques (réfrigérateurs, climatiseurs, etc.) qui ne fonctionnent plus ou qui sont obsolètes. Une telle augmentation a des répercussions considérables sur l'environnement, qui sont directement imputables à une gestion inadéquate de la collecte et du traitement de ces équipements et dispositifs. Le passage de la télévision analogique à la télévision numérique et les changements associés expliquent également l'augmentation du volume de DEEE au Burundi.

En outre, cette contribution fournit des données relatives à la situation actuelle au Burundi en ce qui concerne la population, le nombre d'abonnés mobile et Internet, le nombre de stations de télévision et de radiodiffusion, le taux de pénétration du mobile et de l'Internet et le volume de déchets électriques et électroniques collectés, entre autres. De même, il est fait état des initiatives relatives à la gestion des DEEE, y compris des initiatives de partenaires privés.

5.3 Chili: Modèle de gestion des DEEE

En 2002, la fondation Chilenter a été créée au Chili dans le but de reconditionner des ordinateurs mis au rebut. Entre 2004 et 2008, la fondation a reconditionné près de 23 000 ordinateurs et, en 2009, a mis en œuvre son premier programme pilote de recyclage des déchets DEEE, élargissant ainsi la mission qui lui avait été confiée de veiller à l'environnement, conformément aux lignes directrices convenues à l'échelle internationale relatives à la gestion des déchets DEEE. La fondation s'efforce de promouvoir la réutilisation et le recyclage, de réduire le nombre de décharges et d'encourager la population à être plus responsable. Une partie des déchets sont exportés vers la Belgique selon un accord conclu avec des entreprises belges qui s'occupent du recyclage et de l'extraction d'éléments comme l'or et l'argent. La fondation a géré près de 1 400 tonnes de déchets DEEE dans le but d'en extraire des métaux et des composants précieux et d'éliminer les déchets dangereux en toute sécurité.

⁹ Document SG2RGQ/229, «Map of Brazilian e-Waste recyclers (ICT)», République fédérative du Brésil.

¹⁰ Document 2/405, «Etats des lieux de la gestion des Déchets d'Equipements Electriques et Electronique Burundi», République du Burundi.

Selon la toute dernière étude de l'Université des Nations Unies, chaque Chilien produit 9,9 kg de déchets électroniques par an, un chiffre bien supérieur à la moyenne mondiale qui est de 5,9 kg, ce qui fait du Chili le pays d'Amérique Latine le plus gros pollueur en termes de déchets DEEE.

Pour promouvoir une culture de gestion globale des déchets DEEE, la fondation Chilenter, aux côtés de 27 artistes et avec le soutien du Président chilien, a organisé une exposition artistique «TransformArte» qui a attiré plus de 70 000 visiteurs. Les œuvres exposées étaient faites de morceaux et de pièces d'ordinateurs obsolètes. L'objectif recherché était de sensibiliser les citoyens aux dommages et problèmes causés à l'environnement par les déchets DEEE. Une telle exposition peut encourager la vente de produits d'art faits à partir de matériaux recyclés et avoir des avantages économiques sociaux et environnementaux.

5.4 République populaire de Chine: collecte des DEEE

En République populaire de Chine, la collecte des DEEE est effectuée pour l'essentiel par le secteur informel qui paie le consommateur pour réutiliser ou recycler les équipements en fin de vie. Il a été montré que le secteur formel ne peut pas concurrencer le secteur informel en raison des taux élevés de réutilisation et de l'absence de coûts définis pour un traitement sélectif.

Plusieurs programmes pilotes ont été lancés pour remédier à ces problèmes. L'un de ces programmes visait à encourager l'achat d'appareils ménagers en remplaçant les vieux appareils ménagers par des neufs: les consommateurs qui rapportaient des DEEE aux points de collecte officiels obtenaient une réduction de 10 pour cent pour l'achat d'un nouvel appareil. Les subventions accordées pour la logistique du recyclage ou les rabais consentis sur les nouveaux équipements étaient à la charge du seul gouvernement. Ce programme n'était pas viable financièrement même s'il a été très bien accueilli par le public. En effet, les recycleurs du secteur informel pouvaient recycler de plus grosses quantités de matériaux que s'ils avaient utilisé les méthodes formelles et, grâce à une législation rudimentaire, obtenaient de meilleurs résultats en ce qui concerne les métaux précieux, au détriment toutefois de la santé des travailleurs ou de l'environnement.

Best of 2 Worlds («Bo2w») est un projet soutenu par StEP et coordonné par l'Université des Nations Unies. Il conjugue les atouts d'une gestion occidentale des DEEE et les conditions propres à la Chine pour explorer des techniques de recyclage plus efficaces (Wang et Huisman, 2011).

Cette initiative a permis de montrer que le fait de confier le recyclage à un organisme officiel présente un niveau de rentabilité acceptable jusqu'au moment où le coût horaire de chaque travailleur commence à augmenter annuellement; la recommandation qui a été formulée consiste à mettre en œuvre un processus plus automatisé et à encourager le contrôle du recyclage informel (Wang & Huisman, 2011).

Il est donc nécessaire de disposer d'un modèle ayant le soutien du gouvernement pour réglementer les recycleurs du secteur informel, mettre en place des mesures d'incitation et sensibiliser le public de sorte que les citoyens, au lieu de vendre leurs déchets de façon informelle, les remettent à des entités compétentes pour qu'ils soient traités de manière adéquate.

5.5 Colombie: Initiatives relatives aux DEEE

La Colombie, en tant que Corapporteur pour la Question 8/2, a soumis un certain nombre de contributions qui ont été utilisées dans le corps du présent rapport et ne figurent donc pas dans ce chapitre. On trouvera ci-après les mécanismes de reprise mis en œuvre en Colombie qui n'ont pas déjà été présentés précédemment.

5.5.1 Mécanisme de reprise: «Des ordinateurs au service de l'éducation»

L'initiative «Des ordinateurs au service de l'éducation» (*Computadores para Educar*), lancée en l'an 2000, avait pour but de doter les établissements d'enseignement publics du pays d'équipements informatiques remis en état. Au fil des ans, on en est venu à considérer les DEEE comme des équipements en fin de vie utile, qui avaient subi des dommages irréparables ou qui présentaient des caractéristiques empêchant leur remise en état. Dans le cadre de l'initiative «Des ordinateurs au service de l'éducation» a été créé le Centre National de Récupération des Déchets Électroniques (CENARE), dans lequel les DEEE ont été gérés de manière adéquate. En 2011, une initiative en faveur de la reprise de ces déchets a été lancée en s'appuyant sur la dynamique de la collecte d'équipements auprès des établissements d'enseignement.

Le principe de la reprise a été intégré dans la collecte auprès des établissements d'enseignement publics d'équipements mis au rebut. Plusieurs acteurs ont été mis à contribution, les principaux étant les centres de reconditionnement et les établissements d'enseignement participant au programme.

La reprise et la réutilisation des ordinateurs mis au rebut faisaient intervenir trois mécanismes bien distincts. Le premier le plus important est le soutien accordé aux établissements d'enseignement bénéficiaires du programme les années précédentes. Le deuxième est l'utilisation des équipements donnés qui n'étaient pas en bon état pour être reconditionnés. Le troisième est l'appui apporté aux organismes publics des communautés indigènes et des réserves naturelles.

5.5.2 Coûts associés au mécanisme de reprise

Deux acteurs principaux interviennent pour effectuer les opérations nécessaires liées à la logistique du processus de reprise: les opérateurs chargés de la logistique sur le terrain qui doivent visiter les établissements d'enseignement publics bénéficiaires afin de coordonner la quantité, la date et le conditionnement des équipements obsolètes; et les agents s'occupant du transport des équipements collectés, qui sont chargés de visiter les établissements d'enseignement (ruraux ou urbains) et de collecter les équipements emballés pour les amener jusqu'au CENARE.

Ces opérations, essentielles pour la reprise, représentent environ 85 pour cent du coût total annuel du modèle de gestion des DEEE mise en œuvre dans le cadre de l'initiative «Des ordinateurs au service de l'éducation», soit 10 fois plus que les revenus actuels du CENARE.

Année après année, les coûts de la collecte des équipements ont augmenté car il a fallu collecter de plus en plus d'équipements à travers l'ensemble du pays. Ils sont ainsi en hausse d'environ 7 pour cent depuis l'année dernière.

Grâce à ce dispositif, près de 1 434 tonnes d'équipements ont été collectées pour la période 2011-2014, soit 71 220 pièces pour un coût de transport de 2,20 millions de dollars (environ 1 500 dollars par tonne). Les opérations de logistique se chiffrent à environ 164 000 dollars, soit au total 1 600 dollars par tonne de déchets DEEE repris (compte non tenu des recettes/dépenses liées au fonctionnement de l'usine du CENARE).

Il y a lieu de noter que les coûts de gestion du processus de reprise des équipements informatiques dans le cadre de l'initiative «Des ordinateurs au service de l'éducation» prennent en compte les zones urbaines et les zones rurales dans l'ensemble du pays, ce qui rend l'opération de collecte plus complexe et fait augmenter les coûts de transport. Si cette opération se limite uniquement aux zones urbaines, on estime que son coût total peut être réduit de 60 pour cent. Il est donc important de sensibiliser davantage l'opinion aux problèmes environnementaux et d'éduquer les citoyens dans l'ensemble du pays pour les encourager à éliminer les DEEE de façon adéquate. L'opinion sera sensibilisée à cette problématique et les pouvoirs publics locaux pourront être sollicités pour encourager la mise en place de centres de tri sélectif.

5.5.3 Autres initiatives en matière de DEEE en Colombie

Il existe aussi des initiatives privées en Colombie, par exemple l'initiative EcoComputo. Dans le cadre de ce programme financé sur des fonds privés, qui a reçu le soutien du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, les équipements informatiques sont gérés selon le principe de la «responsabilité élargie du producteur» (EPR).

Ce programme, qui est né d'une initiative associant le gouvernement national et l'ANDI (National Association of Business Managers of Colombia), vise à promouvoir la responsabilité sociale. Il a permis de regrouper plus de 40 sociétés publiques et privées qui se sont investies dans le tri sélectif et la gestion des déchets résultant de l'utilisation des ordinateurs et des périphériques. Cette association s'efforce de mettre en œuvre la Résolution 1512, en date de 2012, du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MADS).

EcoComputo est chargée de réceptionner et de traiter les équipements informatiques ramenés aux points de collecte situés dans des lieux de passage dans les grandes villes, par exemple des centres commerciaux ou des supermarchés, ce qui facilite la remise.

Toutefois, cette initiative ne tient pas toutes ses promesses car il n'y a pas de collecte dans les zones rurales, ce qui fait obstacle la gestion des DEEE dans ces zones.

Le projet global de reconditionnement et de recyclage des déchets électroniques est un autre projet qui a été mis en œuvre en Colombie (2008-2012): l'initiative «Des ordinateurs au service de l'éducation» était un membre fondateur du Comité technique du projet, aux côtés du Ministère de l'Environnement, du Logement et du Développement Territorial (aujourd'hui Ministère de l'Environnement et du Développement Durable), de la Chambre colombienne d'informatique et des communications, du Centre national en faveur d'une production plus propre et du Laboratoire Fédéral Suisse d'Essai des Matériaux et de Recherche (EMPA). L'objectif du projet était d'améliorer les conditions de vie des populations locales en garantissant une bonne gestion des déchets électroniques, en réduisant les incidences négatives sur l'environnement et sur la santé des personnes et en encourageant les activités économiques. Ce projet a pris fin lorsque l'accord avec l'EMPA a expiré.

5.6 Allemagne: Norme applicable à la bonne gestion des DEEE

ElektroG (aujourd'hui Elektro G2 – 2015) est la Loi relative à la gestion des déchets DEEE; elle résulte de la transposition des Directives relatives aux déchets d'équipements électriques et électroniques et à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses (RoHs) dans la législation allemande, directives qui sont destinées à garantir une commercialisation, une reprise et une gestion adéquates des équipements électriques et électroniques.

L'objectif de cette norme est de garantir une gestion adéquate des DEEE par les autorités publiques chargées de la gestion des déchets (PuWaMa), les producteurs d'équipements électriques et électroniques et la «The Clearing House» (EAR en allemand, programme privé qui a reçu le soutien du gouvernement). L'objectif fixé pour 2006 avait été de gérer 4 kg de DEEE par habitant et d'accroître cette quantité (Université des Nations Unies – Institut pour la Durabilité et la Paix, 2011). Les PuWaMa chargées de mettre en place des points de collecte dans les villes où les consommateurs peuvent ramener leurs équipements électriques et électroniques usagés tandis que les producteurs, de leur côté, sont chargés de les récupérer en vue de leur traitement.

En Allemagne, les producteurs utilisent trois méthodes de reprise pour les équipements: la reprise individuelle sélective par marque (IBTS); la reprise individuelle non sélective (INST); et la reprise collective (CTS).

IBTS: collecte uniquement des DEEE de la marque du producteur aux points de collecte PuWaMa, ce qui oblige à collecter les équipements et à les trier par marque. Sinon, dans certains cas, les producteurs installent des points de collecte pour les équipements de leur marque afin de faciliter la collecte

par les organismes publics. Le producteur a l'obligation de rembourser les coûts supplémentaires supportés par les PuWaMa car cette opération va au-delà des obligations stipulées dans la Loi ElektroG.

INST: le producteur ne collecte que les équipements électriques et électroniques qu'il produit, quelle que soit la marque. La collecte est effectuée par une société qui est en mesure de gérer ce type de déchets (fournisseur de services complets pour les équipements en fin de vie, ESP). Cela ne représente toutefois qu'une petite partie du pourcentage des DEEE.

CTS: système collectif selon lequel plusieurs groupes de producteurs, toutes marques confondues, collectent un type bien précis d'équipements électriques et électroniques qui sont déjà obsolètes. On estime que ce système est le système le plus efficace dans la mesure où il permet de gérer plus de 60 pour cent de la quantité de déchets DEEE gérés chaque année en Allemagne; toutefois, le producteur est tenu de rembourser les frais supplémentaires supportés par les PuWaMa car il faut trier les différentes catégories de déchets DEEE, ce qui va au-delà des obligations spécifiées dans la Loi ElektroG.

Les distributeurs sont tenus de ramener leurs DEEE aux PuWaMa, si elles disposent de points de réception pour les équipements électriques et électroniques obsolètes; c'est la condition pour qu'ils puissent acquérir de nouveaux équipements électriques et électroniques (ils obtiennent un rabais s'ils ramènent des équipements non utilisés).

Les consommateurs ne doivent pas mélanger les DEEE avec d'autres types de déchets et ils sont encouragés par les PuWaMa qui s'efforcent de les sensibiliser et de les informer sur les points de collecte.

5.6.1 Incitations financières

Le Parlement Européen a proposé de percevoir une redevance à chaque point de vente afin d'améliorer la collecte. Cette redevance sert à financer les campagnes de sensibilisation et aide les producteurs à accroître les volumes de déchets DEEE collectés. Les fonds sont aussi utilisés pour rémunérer PuWaMa, ce qui permet d'assurer une meilleure qualité de la collecte.

5.6.2 Coûts associés à la reprise pour les dispositifs TIC

En 2010, en Allemagne, le coût par tonne de DEEE résultant de l'utilisation des TIC se situait autour de 220 €, ce qui couvrait la logistique pour le transport, le stockage, le recyclage, le traitement et la mise au rebut (Université des Nations Unies – Institut pour la Durabilité et la Paix, 2011).

5.7 Inde: Mesures pour intégrer le secteur informel grâce à la gestion écologique des DEEE résultant de l'utilisation des TIC dans les pays en développement

L'Inde a soumis une contribution sur les aspects sociaux des déchets d'équipements électriques et électroniques.¹¹

La bonne gestion des DEEE crée des emplois pour des travailleurs qualifiés mais aussi non qualifiés à différents stades du processus. Toutefois, il existe également certains acteurs qui réalisent des opérations de collecte et de recyclage informelles, en particulier dans les pays en développement et dans les pays les moins avancés, et font sortir les DEEE des systèmes officiels. Ils interviennent à différents stades du processus de gestion des déchets, généralement sans avoir les connaissances ou réunir les conditions nécessaires pour intervenir correctement, ce qui peut avoir des effets négatifs sur l'environnement ainsi que sur la santé des personnes s'occupant de la collecte des déchets et sur celle de la population générale, en particulier si l'on considère les déchets dangereux contenus dans les DEEE. A cet égard, il est indispensable d'intégrer le secteur informel dans le secteur formel, au lieu de chercher à le concurrencer ou de l'interdire (Organisation Internationale du Travail, 2012).

¹¹ Document 2/225, «Proposal to develop specific action plans to integrate informal sector, towards sustainable Telecommunication/ICT waste management in developing nations», République de l'Inde.

Conformément aux règles applicables aux déchets d'équipements électriques et électroniques en Inde (2011), le fabricant peut gérer un système de gestion des DEEE directement ou avec l'aide d'un organisme professionnel, avec la participation des parties intéressées (consommateurs, grands consommateurs, ONG, secteur informel, associations de quartier, commerçants, distributeurs, etc.). En outre, l'Inde dispose de règles et de politiques relatives à l'importance du rôle du secteur informel dans l'élimination des DEEE et le Gouvernement met tout en œuvre pour intégrer ce secteur afin qu'il devienne un pilier essentiel d'un système de gestion des DEEE efficace.

Compte tenu de ce qui précède, les besoins de formation, de promotion et de sensibilisation concernant les dangers potentiels du traitement des déchets électroniques sont considérables. Il ne faut pas non plus négliger les problèmes structurels liés à la mise en œuvre des politiques, au faible niveau d'alphabétisation et à la pauvreté dans laquelle vivent les personnes s'occupant de collecter et de traiter les déchets dans le secteur informel. Il est donc essentiel que l'Etat et le secteur formel interviennent, d'une part, pour créer des emplois verts et élaborer des politiques et des mécanismes viables, y compris pour appliquer le principe de responsabilité sociale de l'entreprise afin d'aider les acteurs du secteur informel (en améliorant les conditions en matière de santé et d'éducation) et, d'autre part, pour élaborer une législation concernant l'organisation (associations, coopératives) et la formation, la fourniture d'une assistance technique, le développement et le renforcement des compétences, et la mise en place de mécanismes de financement (subventions, prêts à faibles taux d'intérêt, etc.), dans l'intérêt de toutes les parties concernées.

Toutefois, rares sont les fabricants qui font preuve d'une volonté d'investir dans des partenariats avec le secteur informel. Comme d'autres pays, l'Inde dépend pour beaucoup du secteur informel pour la collecte et le traitement des DEEE. La force de ce secteur réside dans sa main-d'œuvre, très nombreuse et bon marché, qui assure une couverture importante. Des plans d'aménagement devraient ainsi désigner des sites sur lesquels ces récupérateurs peuvent faire leur travail (décharges, zones réservées pour le traitement, lieux de stockage, etc.), afin de prévenir leur multiplication dans les villes.

5.8 Université de la Science et de la Technologie de l'Iran: Elimination ou réutilisation des déchets résultant de l'utilisation des TIC en Iran

L'Université de l'Iran a soumis une contribution présentant les travaux de recherche menés, ainsi que les politiques et les stratégies adoptées par l'Iran concernant la gestion des DEEE. Cette contribution donne en outre un aperçu de certaines activités menées dans le domaine des déchets d'équipements électriques et électroniques. On trouvera ci-après un résumé des politiques adoptées en Iran afin d'améliorer le recyclage des DEEE.¹²

5.8.1 Politiques en matière de gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (recyclage)

- Mise en place d'un système intégré de rappel et de récupération par les vendeurs/fabricants et de transport des déchets d'équipements électriques et électroniques;
- Adoption d'une législation prévoyant la gestion par les municipalités de la collecte des déchets d'équipements électriques et électroniques (centres de collecte);
- Renforcement de la priorité donnée à la gestion des DEEE au niveau national;
- Gestion et réorganisation des acteurs qui jouent un rôle important dans le recyclage des DEEE;
- Examen de la possibilité de fournir un appui financier et des investissements pour le recyclage des DEEE; et

¹² Document SG2RGQ/191, «Disposal or reuse of ICT waste material in Iran», Université de la Science et de la Technologie de l'Iran, (République islamique d'Iran).

- Mise en place d'une infrastructure formelle de recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques.

A cet égard, la Commission de l'infrastructure environnementale et de l'industrie a également élaboré une législation applicable à la méthode de recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques. Les objectifs de cette législation sont les suivants:

- Protéger l'environnement et la santé publique contre les effets néfastes des déchets d'équipements électriques et électroniques;
- Etablir les procédures appropriées applicables aux biens électriques importés et soumis à la réglementation, le transport et le recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques;
- Obligation pour le ministère, en collaboration avec les organisations, de fournir les installations requises pour permettre le recyclage des bien électriques et électroniques usages;
- Obligation pour les organisations environnementales de dispenser des formations à l'intention du personnel pour qu'il connaisse les matériaux et les composants utilisés dans les équipements électriques; et
- Contrôle régulier des centres de recyclage pour s'assurer de l'absence de contamination.

5.9 Association du Japon: Proposition d'une méthode de recyclage des batteries au plomb-acide

L'ITU Association of Japan a soumis une contribution sur les différents moyens de recyclage des déchets dangereux présents dans les DEEE, et propose plus précisément une méthode de recyclage des batteries au plomb-acide.¹³

5.9.1 Considérations générales

Actuellement, différents types de batteries sont utilisés pour les équipements TIC dans les stations de base des réseaux de communication, afin de stocker l'électricité. Dans les zones rurales et isolées des pays en développement on utilise également des panneaux solaires. Toutefois, l'usage des batteries plomb-acide demeure très répandue, non seulement dans les réseaux de communication mais aussi dans de nombreux autres secteurs d'activité en raison de leur efficacité sur le plan des coûts. L'ITU Association of Japon décrit la production de batteries secondaires en 2010 et indique que des batteries plomb-acide ont été produites pour un montant de plus de 36 milliards de dollars.

Parmi les exemples d'application, on trouve les voitures, les chariots élévateurs, les systèmes d'alimentation sans coupure, les véhicules électriques dans les aéroports et les batteries à accumulateurs pour les TIC/télécommunications, etc. comme indiqué dans la **section 5.1.3**. Bien que la durée de vie moyenne d'une batterie dépende pour beaucoup des conditions d'utilisation, on considère généralement qu'elle est de 3 à 4 ans. Les batteries usagées sont ensuite collectées et désassemblées, puis le plomb métal, l'acide sulfurique dilué et le plastique sont séparés en vue de leur recyclage.

Toutefois, la plupart de ces batteries usagées ainsi éliminées peuvent être régénérées à bas coût grâce à l'activateur proposé «Super-K» puis réutilisées. On considère que cette solution est utile pour le stockage d'électricité dans des petites usines électriques dans les régions sans électricité des pays en développement.

¹³ Document 2/336, «Proposition relative à une méthode de recyclage des batteries plomb-acide», ITU Association of Japan (Japon).

5.9.2 Extension de la durée de vie des batteries plomb-acide

Un additif pour batterie plomb-acide appelé «Super-K» permet de réduire les déchets résultant de l'utilisation des TIC, en particulier dans les pays en développement, et contribue à leur économie en ce qu'il allonge la durée de vie des batteries et sert à régénérer les batteries plomb-acide usagées. L'additif Super-K permet de régénérer les batteries usagées en vue de leur réutilisation. La durée de vie d'une batterie plomb-acide type peut ainsi être multipliée par au moins 1,5 à 2, ce qui est considérable. La principale cause de détérioration des batteries plomb-acide est la «sulfatation» de l'électrode négative. L'activateur «Super-K» permet de supprimer la détérioration de l'électrode négative. La contribution décrit comment l'activateur Super-K permet d'allonger la durée de vie des batteries.

Une batterie rechargée avec l'activateur Super-K retrouve la même capacité qu'une batterie neuve. Les batteries plomb-acide représentent plus de 70 pour cent des batteries secondaires et sont aujourd'hui très largement utilisées dans différents secteurs d'activité.

Il devient important de réduire le coût des batteries, étant donné que ce coût représente une part importante du total des coûts pour les usines. Les habitants des zones rurales sans électricité des pays en développement ont besoin d'un grand nombre de batteries plomb-acide pour les télécommunications/TIC. Cette technologie contribuera ainsi à réduire les dépenses liées à ces batteries, qui étaient remplacées fréquemment.

Les batteries usagées peuvent être collectées et rechargées dans la région sur place par les centres de recyclage les plus proches, puis renvoyées sur le site dont elles proviennent. Cette contribution présente les équipements nécessaires pour mettre en place un centre de recyclage de batteries.

5.9.3 Exemples spécifiques d'utilisation

- a) **Batteries pour chariots élévateurs électriques:** la société Japan Battery Regeneration, Inc. apporte une assistance aux sociétés de maintenance des batteries qui régénèrent des batteries usagées pour la recharge au moyen de l'activateur «Super-K». Les batteries usagées qui ont été remplacées précédemment par de nouvelles batteries peuvent à présent être utilisées pour les chariots élévateurs électriques pendant plusieurs années grâce à l'activateur proposé.
- b) **Entreprises de transport:** une entreprise de transport comptant 200 camions, basée à Tokyo, utilise l'activateur «Super-K» depuis plus de 10 ans. Auparavant, cette entreprise devait acheter chaque année 50 nouvelles batteries de remplacement. Depuis qu'elle a commencé à utiliser l'activateur «Super-K» une fois par an, elle a pu se passer de l'achat de nouvelles batteries.
- c) **Maisons en zones rurales qui produisent de l'électricité pour leur propre consommation:** certains ménages utilisent pour leur propre consommation à domicile des batteries recyclées plomb-acide pour le stockage d'électricité générée par des panneaux photovoltaïques (panneaux solaires), de façon à ne pas être tributaires du réseau de distribution. Ils utilisent l'activateur «Super-K» pour prolonger la durée de vie des batteries recyclées; cet activateur peut être utilisé conjointement avec des panneaux solaires et/ou des générateurs pour éoliennes. Cela pourrait être utile dans les pays en développement.

Utiliser des batteries activées pour fournir de l'électricité peut contribuer à l'économie des communautés rurales. Actuellement, d'autres pays que le Japon utilisent l'activateur «Super-K» et sa technologie connexe, par exemple la Thaïlande, le Népal ou la République populaire de Chine, et des centres de recharge et de recyclage de batteries sont opérationnels.

5.10 Fédération de Russie: Orientations concernant la gestion des DEEE

La Fédération de Russie a présenté les aspects techniques de la gestion des DEEE, ainsi que le cycle complet des opérations se rapportant à ces déchets, à savoir la collecte, le stockage, le transport, le

démantèlement et la réutilisation, afin de garantir la gestion écologique des DEEE.¹⁴ Cette contribution présente des lignes directrices relatives à la mise en œuvre d'un système de gestion écologique et donne des recommandations sur les problèmes liés à la gestion des déchets DEEE.

Les mesures suivantes sont proposées concernant la gestion des déchets électroniques:

- 1) Elaboration (amélioration) d'une réglementation sur la gestion des DEEE.
- 2) Analyse permanente du marché des équipements électroniques.
- 3) Elaboration d'un système de gestion et de contrôle des DEEE en vue d'un recyclage et d'une réutilisation adéquats d'un point de vue économique et environnemental.
- 4) Campagnes publicitaires encourageant une utilisation attentive et la réparation (dans la mesure du possible) des appareils ménagers et des équipements d'électronique grand public ainsi que leur mise à jour si nécessaire.
- 5) Partage régulier des bonnes pratiques avec les organisations internationales et les partenaires étrangers.

Les mesures proposées permettraient d'avancer concrètement et durablement vers la mise en œuvre d'un système de gestion des DEEE.

En Fédération de Russie, la collecte, le stockage et le recyclage des DEEE sont régis par la norme gouvernementale (GOST) «Economie des ressources. Traitement des déchets. Lignes directrices relatives à la collecte, au stockage, au transport et au désassemblage en toute sécurité des déchets d'équipements électriques et électroniques, à l'exception des dispositifs et appareils contenant du mercure», adoptée en 2012.¹⁵ Cette norme définit un ensemble de lignes directrices de base applicables à la gestion des DEEE.

Selon la législation russe, le recyclage des équipements électriques et électroniques est considéré comme prioritaire dans le traitement des déchets. Conformément aux normes internationales, la séquence des opérations pour le traitement des déchets est la suivante:

- 1) DEEE qui peuvent être réutilisés.
- 2) DEEE qui peuvent être récupérés pour obtenir des matériaux secondaires et des ressources énergétiques.

Le document examine également certains aspects qui doivent être pris en considération pour la collecte, le stockage, le transport et le désassemblage des DEEE, ainsi que les possibilités de réutilisation.

5.11 Sénégal: Initiatives prises au Sénégal concernant la gestion écologique des déchets électroniques

Le Sénégal a présenté son expérience et sa situation actuelle en matière de gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques dans le pays.¹⁶

5.11.1 Initiative relative à la gestion des DEEE

Le Sénégal s'est engagé, depuis plus de dix ans, à améliorer l'accès aux nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication afin de réduire au mieux et au plus tôt le fossé entre les pays du nord et ceux du sud de l'Afrique. Le problème du stockage et du recyclage des déchets d'équipements

¹⁴ Document 2/358, «Draft Guidelines for e-Waste management», Fédération de Russie.

¹⁵ Document 2/238, «Experience of Russian Federation in e-Waste management», Fédération de Russie.

¹⁶ Document SG2RGQ/105, «Initiative du Sénégal dans la gestion des Déchets Electroniques et Electriques (DEE)», République du Sénégal.

électriques et électroniques est examiné sous trois angles: obsolescence programmée, remplacement rapide des équipements et durée de vie utile réduite.

Ces technologies génèrent des matériaux réutilisables ainsi que des substances dangereuses. Outre le fait qu'ils sont lourds et volumineux, les DEEE contiennent des matériaux précieux qui pour de bonnes raisons économiques, peuvent être recyclés tandis que les matériaux dangereux peuvent être à l'origine de graves problèmes pour l'environnement et la santé des personnes.

Les pratiques des agents chargés du recyclage des déchets au Sénégal et dans d'autres pays africains ainsi que l'utilisation de méthodes peu orthodoxes pour l'extraction de matériaux réutilisables mettent en lumière l'importance de ce problème. Ces pratiques nuisent à l'environnement et peuvent mettre en danger la santé des personnes. En réponse à cette problématique, le Sénégal à travers l'Agence de l'Informatique de l'Etat (ADIE), a mis sur place un projet de gestion des déchets des équipements électriques et électroniques, dans le cadre duquel sont recyclés les déchets des grandes sociétés privées. L'administration étant par excellence le plus grand pourvoyeur d'équipements informatiques faisant d'elle sans le savoir, une «bombe» écologique à retardement, les DEEE sont aussi recyclés grâce au soutien du Premier ministre qui a émis une circulaire obligeant les structures administratives à remettre les équipements électriques et électroniques obsolètes à l'ADIE pour une gestion écologiquement rationnelle.

Cette expérience a permis de formuler des recommandations, notamment:

- L'adoption de mesures encourageant une utilisation généralisée d'unités de recyclage régionales vers lesquelles seront dirigés les déchets électroniques avec une réelle chaîne de valeur optimale qui pourra générer des économies d'échelle.
- La mise en place d'un éco-organisme dans chaque pays pour aider les petites filières existantes et les bonnes initiatives de gestion des déchets électroniques et développer les partenariats public-privé.
- Inciter les industriels producteurs d'équipements électriques et électroniques à participer à un fonds d'aide à la réutilisation des équipements informatiques pour la création d'emplois verts.
- Faire du traitement des déchets un critère de validation des études d'impact environnemental et social.
- Renforcer la coopération dans la prise en compte des problématiques à l'étude au titre de toutes les Questions des Commissions d'Études 1 et 2, en particulier la Question 8/2 (conformément aux recommandations du SMSI dans le cadre de la grande orientation 11).

5.11.2 Conséquences d'une mauvaise gestion des DEEE

Le Sénégal a soumis une contribution faisant le point sur sa situation en matière de gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques.¹⁷ Depuis dix ans, le Sénégal a commencé à améliorer l'accès aux nouvelles technologies de l'information et de la communication afin de réduire au plus tôt le fossé entre les pays du nord et ceux du Sud. Ce processus s'est traduit par une accélération du rythme de renouvellement des équipements électriques et électroniques, qui pose le problème des déchets d'équipements électriques et électroniques ou DEEE. L'Agence de l'Informatique de l'Etat (ADIE) a mis en place un projet pour traiter ce problème. Plusieurs recommandations pertinentes ayant trait aux conséquences d'une mauvaise gestion des DEEE ont été examinées.

¹⁷ Document SG2RGQ/228, «Initiative du Sénégal dans la gestion des Déchets Electroniques et Electriques (DEE)», République du Sénégal.

5.11.3 Enjeux de la miniaturisation des équipements électriques et électroniques

On pense actuellement que plus les équipements électriques et électroniques deviennent petits, plus ils sont évolués et moins ils contiennent de substances dangereuses,¹⁸ ce qui n'est généralement pas le cas, étant donné que ces substances ne sont pas moins utilisées. Une analyse approfondie des équipements électriques et électroniques fait apparaître de nombreux points intéressants. A mesure que la technologie se miniaturise, les fabricants tiennent de moins en moins compte de l'environnement. Par exemple, pour certains équipements comme les ordinateurs ou les téléviseurs, les écrans à tube cathodique sont progressivement remplacés par des écrans à cristaux liquides, d'où une baisse de la quantité de plomb utilisée mais une augmentation de la quantité de mercure utilisée. Bien que les poids ne soient pas comparables, le niveau de toxicité et le risque de pollution au mercure sont plus élevés et dépendent de la température ambiante, avec d'importantes répercussions sur l'environnement et la santé.

On retrouve ce cas de figure pour la plupart des équipements électriques et électroniques, y compris pour les téléphones cellulaires qui, même s'ils sont de plus en plus légers, représentent un plus grand risque en termes de pollution du fait des substances toxiques qu'ils renferment.

Par conséquent, la miniaturisation de ne devrait pas concerner uniquement la question du poids qui ne présente aucun intérêt sur le plan des incidences sur l'environnement et la santé. Elle devrait en revanche porter sur le type de composants utilisés pour produire ces petits équipements (téléphones intelligents, tablettes, etc.), qui sont très polluants et dont le traitement est difficile. En résumé, la généralisation de la miniaturisation des équipements électriques et électroniques amène un nouveau paradigme pour la gestion écologique des DEEE, qui dépend pour beaucoup du développement des TIC.

5.12 Sri Lanka: Gestion des déchets électroniques résultant de l'utilisation des TIC

5.12.1 Gestion des déchets électroniques résultant de l'utilisation des TIC

Le Sri Lanka décrit les aspects techniques du problème lié à la gestion des déchets électroniques dans le pays.¹⁹

Le Sri Lanka compte actuellement environ 24 millions d'abonnés à la téléphonie mobile. Quelque 22 millions de téléphones mobiles sont importés chaque année, ainsi que 0,9 million de lecteurs vidéo et 4 millions de radios et de lecteurs de cassettes. Depuis 2010, les abonnements au large bande ont augmenté d'environ 60 pour cent par an et cette augmentation se poursuit. Des normes sont actuellement élaborées en vue de la mise en œuvre de la télévision numérique en 2017. On compte 43 stations radio commerciales et 22 chaînes de télévision. Compte tenu de ces progrès technologiques rapides, le cycle de vie des équipements TIC existants sera plus court et l'obsolescence de ces équipements plus rapide. Le passage à la télévision numérique aura des incidences importantes et se traduira, dans un avenir proche, par une augmentation du volume des déchets résultant de l'utilisation des TIC.

Le Sri Lanka a créé un centre de gestion des déchets afin de réglementer le traitement des déchets dangereux, des produits solides et des produits chimiques, conformément à la Loi nationale sur l'environnement N° 47 de 1980 et aux règles et règlements connexes.

L'Autorité Centrale de l'Environnement (CEA) a lancé un «projet de gestion des déchets électroniques» dans le cadre d'un mémorandum d'accord (MOU) conclu avec 14 sociétés partenaires dans le domaine des télécommunications, de l'électroménager et de la bureautique ainsi qu'avec les fournisseurs de services, dans le but de gérer les déchets électroniques.

¹⁸ Observations de la République du Sénégal.

¹⁹ Document 2/354, «ICT-waste in Sri Lanka», République démocratique socialiste de Sri Lanka.

La CEA a délivré six licences à des sociétés pour la collecte des déchets électroniques, sous la supervision de la Commission de Réglementation des Télécommunications du Sri Lanka (TRCSL). Ces opérateurs collectent les ordinateurs personnels, les ordinateurs portables, les téléviseurs, les tubes cathodiques, les moniteurs à cristaux liquides, les imprimantes et d'autres équipements. Certains opérateurs mobiles, aux côtés de la CEA, ont lancé dans les écoles des programmes d'éducation à la gestion des déchets électroniques. Des projets dans les médias numériques, des campagnes de sensibilisation, des initiatives en faveur de la reprise des déchets en des lieux publics et d'autres activités ont été organisés.

La mise en œuvre des stratégies a posé des problèmes, notamment en raison de l'absence de normes et de règlements adéquats et d'une sensibilisation limitée des partenaires et du grand public aux problèmes environnementaux. Un certain nombre d'initiatives ont été prises au niveau politique, notamment l'élaboration d'un cadre réglementaire et la conclusion d'un partenariat public-privé en ce qui concerne les déchets d'équipements électriques et électroniques, ainsi que des mesures de sensibilisation du public.

Le Sri Lanka est encore en retard par rapport à d'autres pays pour ce qui est de la gestion des déchets résultant de l'utilisation des équipements de télécommunication/TIC. Ce problème n'a pas été traité dans la Loi qui a été adopté en 1980.

5.12.2 Projets relatifs à la gestion des déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC au Sri Lanka

Le Sri Lanka a soumis une contribution dans laquelle les activités et lignes directrices relatives à la gestion des déchets électriques et électroniques sont décrites.²⁰ La première activité était une réunion à laquelle toutes les parties prenantes ont participé en vue d'élaborer des stratégies visant à éliminer ou à recycler de manière adéquate les déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC, tandis que la deuxième consistait à instaurer une semaine nationale consacrée à «l'élimination du polyéthylène et des déchets électroniques». Il a également été souligné que la Commission de Réglementation des Télécommunications a organisé plusieurs manifestations sur la collecte des déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC au cours de la semaine spéciale susmentionnée.

En outre, les bureaux de district de l'Autorité centrale de l'Environnement ont élaboré des programmes en vue de sensibiliser la population. La Commission de Réglementation des Télécommunications a mis en place un centre de collecte des déchets résultant de l'utilisation des TIC et élaboré des stratégies et des lignes directrices en vue d'inciter les acteurs du secteur et le public en général à éliminer ou recycler de manière adéquate les déchets résultant de l'utilisation des télécommunications/TIC. Ce document contient également plusieurs recommandations concernant des campagnes de sensibilisation et la gestion de ce type de déchets.

5.13 Etats Unis d'Amérique: Modèles de gestion des DEEE

Aux Etats-Unis d'Amérique, plusieurs modèles de gestion des DEEE ont été mis en œuvre sous la juridiction des différents états. Le mode de financement est toutefois le même pour tous ces modèles:

- 1) Responsabilité élargie du producteur: le producteur est responsable de la collecte et du recyclage.
- 2) Perception d'une taxe anticipée de recyclage (ARF): cette taxe est payée par le consommateur lors de l'achat de l'équipement et elle est fonction de la taille et du type de dispositif électronique. En Californie, cette taxe s'ajoute à la contribution versée au profit d'une fondation publique de

²⁰ Document 2/400, «Telecommunication/ICT waste material management projects in Sri Lanka», République démocratique socialiste de Sri Lanka.

recyclage et sert à payer la collecte des DEEE et les recycleurs qualifiés (ce qui couvre la gestion de ce type de déchets).

Que le producteur ou le consommateur assume ou non directement la responsabilité financière, les coûts de la gestion des DEEE sont au bout du compte intégrés dans le prix de vente, ce qui peut faire chuter les ventes et pénalise financièrement le producteur: le prix augmente et le consommateur subit cette augmentation (Namias, 2013).

L'Etat de Californie a fait œuvre de pionnier en matière de législation sur les questions de recyclage des DEEE en adoptant la Loi sur le recyclage des déchets électroniques qui vise à réduire la quantité de substances dangereuses présentes dans les produits électroniques en fin de vie utile. Aux termes de cette loi, les détaillants/magasins doivent facturer une taxe de recyclage des DEEE d'un montant de 6 à 10 dollars EU aux consommateurs qui achètent des équipements électroniques, par exemple des tubes cathodiques, des écrans à cristaux liquides ou des écrans plasma.

Les magasins ou les détaillants peuvent conserver 3 pour cent des taxes perçues pour couvrir les coûts de recyclage. Le montant restant de la taxe est envoyé au Bureau de péréquation qui rembourse les centres de recyclage (par exemple *Green Citizen*) qui recyclent les DEEE des particuliers et des entreprises (Namias, 2013).

Dans l'Etat du Maine, les fabricants qui adhèrent au principe de responsabilité sociale ont, depuis 2006, pris en charge les coûts de gestion des déchets pour les moniteurs, les télévisions et les ordinateurs portables.

Dans le système de gestion des déchets DEEE du Maine, la responsabilité est partagée entre les municipalités (qui couvrent les coûts de collecte et de traitement) et les fabricants (qui prennent en charge les coûts de regroupement, de transport et de traitement) (Namias, 2013).

5.14 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): normes pour une évaluation écologique des produits électroniques

Dans sa contribution, l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) a présenté les normes appliquées pour l'évaluation écologique des produits, ordinateurs de bureau, équipements informatiques personnels, accessoires et autres dispositifs électroniques.²¹

5.15 Activités du BDT relatives à la gestion des DEEE

Tout au long de la présente période d'études, le BDT a entrepris un certain nombre d'activités relatives à la gestion des DEEE, qui sont décrites en détails dans les documents [SG2RGQ/147](#), [2/328](#), [2/167](#) et [SG2RGQ/233](#).²²

5.16 Travaux menés par l'UIT-T sur les DEEE

L'UIT-T a élaboré un certain nombre de nouvelles normes techniques internationales importantes, appelées Recommandations UIT-T de la série L, qui sont résumées ci-dessous.

- Recommandations UIT-T relatives aux déchets d'équipements électriques et électroniques:
 - **Recommandation UIT-T L.1000** (Solution universelle d'adaptateur de puissance et de chargeur pour les terminaux mobiles et les autres dispositifs portables des TIC).
 - **Recommandation UIT-T L.1001** (Solution universelle d'adaptateur de puissance externe pour les dispositifs fixes utilisant les technologies de l'information et de la communication).

²¹ Document 2/212, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

²² https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-L.Sup4-201604-I!!PDF-E&type=items.

- **Recommandation UIT-T L.1100** (Procédure pour recycler les métaux rares des biens des technologies de l'information et de la communication).
- **Recommandation UIT-T L.1010** (Solutions de batteries écologiques pour téléphones mobiles et autres appareils portatifs utilisant les technologies de l'information et de la communication).
- **Recommandation UIT-T L.1101** (Méthodes de mesure pour caractériser les métaux rares présents dans les biens utilisant les technologies de l'information et de la communication).
- **Recommandation UIT-T L.1400** (Aperçu et principes généraux des méthodes d'évaluation de l'impact des TIC sur l'environnement).
- **Recommandation UIT-T L.1410** (Méthodologie applicable aux analyses environnementales du cycle de vie des biens, réseaux et services utilisant les technologies de l'information et de la communication).

Source: (ITU, 2015)

– Supplément 4 aux Recommandations UIT-T de la série L :²³

Cette Recommandation contient un ensemble de lignes directrices auxquelles les pays peuvent se référer lorsqu'ils élaborent ou adaptent leurs systèmes de gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques. Elle donne des orientations sur les cadres politiques/juridiques, les mécanismes de collecte, les mécanismes financiers et les solutions pour assurer la participation de toutes les parties prenantes.

5.17 Résultats de l'enquête de 2016

On trouvera dans le Document 2/372²⁴ et l'**Annexe 4** un résumé des résultats de l'enquête commune menée par le BDT sur les Questions 6/2, 7/2 et 8/2.

²³ https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-L.Sup4-201604-!!!PDF-E&type=items.

²⁴ Le Document 2/372 + Annexe, « Synthèse des renseignements reçus dans le cadre de l'enquête commune sur les Questions 6/2, 7/2 et 8/2 confiées à la Commission d'Études 2 de l'UIT-D, Bureau de Développement des Télécommunications.

CHAPITRE 6 – Conclusions et recommandations

Il n'existe pas de modèle unique pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets d'équipements électriques et électroniques mais il y a un certain nombre de normes minimales qui peuvent orienter les pays qui ne disposent pas de système de gestion des déchets ou qui souhaitent améliorer leur système actuel et assurer une gestion des déchets respectueuse de l'environnement. Il est toutefois essentiel que tous les acteurs de la chaîne (gouvernements, producteurs, vendeurs, consommateurs et gestionnaires) jouent un rôle actif dans la mise en œuvre de ces programmes.

Il existe différents moyens de récupérer des matériaux précieux présents dans les différents déchets DEEE mais très peu n'ont aucune incidence sur l'être humain ou l'environnement. C'est pourquoi il est essentiel que les organismes concernés tiennent compte des techniques décrites dans le **Chapitre 2** car elles peuvent donner des indications et des orientations pour que l'extraction des matériaux précieux se fasse de façon adéquate. Il convient également de noter que, grâce aux travaux de recherche, jour après jour, de nouvelles techniques de raffinage plus perfectionnées voient le jour, ce dont il faut tenir compte.

Il est important que les gouvernements veillent à ce que les producteurs s'engagent à garantir la reprise des équipements électriques et électroniques en fin de vie, conformément au principe de la « responsabilité élargie du producteur », dans le cadre des systèmes de collecte sélectifs. L'objectif recherché est de faire en sorte qu'une plus grande quantité de déchets électroniques soit collectée. L'Etat, pour sa part, doit encourager les campagnes de sensibilisation, l'élaboration de politiques claires et la mise en place d'un système adéquat de gestion des déchets.

L'opération de reprise/collecte des déchets intervient au début de la chaîne et il est donc important d'examiner les systèmes de collecte qui ont fait leurs preuves au niveau international et qui peuvent fournir des indications aux pays qui n'ont pas encore de système de reprise ou qui souhaitent améliorer un système existant.

Il a été démontré que les DEEE peuvent ouvrir des perspectives commerciales, notamment la récupération et l'utilisation des métaux précieux et/ou rares. Ce constat a été fait dans un petit nombre de pays, ce qui veut dire que souvent les pays qui souhaitent garantir une gestion adéquate des déchets sont contraints d'exporter ses déchets. C'est pourquoi il est important d'encourager la création de centres de raffinages régionaux afin de réduire au minimum les coûts de transport, d'optimiser la quantité de matériaux traités et de faire en sorte que les retombées sur l'environnement seront positives.

Il faut réaliser des études sur le nombre et les conditions de travail des agents du secteur informel qui s'occupent du recyclage des plastiques, du cuivre et des métaux précieux car leurs activités font peser en permanence des risques sur l'environnement et la santé en raison de l'exposition à des produits polluants dès le stade fœtal. Diverses études ont montré qu'il y avait des risques de cancer, de toxicité des gènes et de diminution de la vitalité en général, entre autres effets nocifs.

L'utilisation des équipements de contrefaçon a augmenté du fait des nombreux canaux informels d'accès à ces équipements. Cette utilisation est avant tout le fait de personnes qui ne connaissent pas l'origine de ces équipements ou qui n'ont pas les moyens économiques d'acquérir des dispositifs authentiques. C'est la raison pour laquelle les gouvernements, avec l'aide de l'OMS, de l'UIT, des ministères chargés des TIC et des opérateurs de téléphonie mobile, doivent organiser des campagnes en vue d'éduquer les populations et de les dissuader d'acquérir des dispositifs de contrefaçon.

Les gouvernements doivent faciliter la mise en place et la mise en œuvre de systèmes de gestion des déchets DEEE, sans oublier le rôle de vigilance et de contrôle qu'ils doivent assurer en toute transparence et en toute impartialité afin de garantir le respect avec les normes qu'ils pourraient adopter.

Les pays en développement devraient utiliser des modèles de simulation susceptibles de les aider à déterminer les scénarios économiquement les plus profitables qui garantiront la viabilité financière

et la pérennité d'un système de gestion des équipements électriques et électroniques mis au rebut et des déchets DEEE en tenant dûment compte des aspects économiques, sociaux et environnementaux afin d'atteindre l'objectif voulu.

Tous les pays doivent évaluer les modèles financiers utilisés à l'échelle internationale qui ont donné de bons résultats et qui peuvent être adaptés à leurs conditions particulières.

Références

- E-Stewards. Standard for Responsible Recycling and Reuse of Electronic Equipment. 2013.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental, Requisitos con Orientación para su Uso. 2004.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001. Sistemas de Gestión de la Calidad, Requisitos. 2008.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-OHSAS 18001. Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional, Requisitos. 2007.
- Ministerio de Transporte de Colombia. Decreto 1609 de 2002. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas. 2002.
- Responsible Recycling – R2. Norma de Reciclaje Responsable R2 para Recicladores de Productos Electrónicos. 2013.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT & MercyWaanjau. Tendencias en las Normas de Telecomunicaciones, Reglamentación Inteligente para un Mundo en Banda Ancha. Capítulo 9 Residuos-e y Reciclaje: ¿Quiénes el Responsable? 2012.
- WEEELABEX. Logística, Documentonormativo. 2011.
- WEEELABEX. Recogida, Documentonormativo. 2011.
- WEEELABEX. Tratamiento, Documentonormativo. 2013
- Abdul Khaliq, Muhammad Akbar Rhamdhani, Geoffrey Brooks and Syed Masood, Metal Extraction Processes for Electronic Waste an Existing Industrial Routes: A review and Australian Perspective, 2015.
- Jansen Recycling BV. Processing of CRT-Glass, 2009.
- Bertona, Alberto. Ambiente Ecológico. Pasivos Ambientales. http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/2001/077_01.2001/077_Columnistas_AlbertoBertona.php3.
- E-Stewards. Standard for Responsible Recycling and Reuse of Electronic Equipment. 2013.
- Hagelüken, C. Improving Metal Returns and Eco-Efficiency in Electronics Recycling—A Holistic Approach for Interface Optimisation between Pre-Processing and Integrated Metals Smelting and Refining. In Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, Scottsdale, AZ, USA, 8–11 May 2006.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental, Requisitos con Orientación para su Uso. 2004.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001. Sistemas de Gestión de la Calidad, Requisitos. 2008.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-OHSAS 18001. Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional, Requisitos. 2007.
- Intellectual Property Watch. ITU Looks Into Issues Of Counterfeit, Substandard ICT Products, 2014.
- <http://www.ip-watch.org/2014/11/18/itu-looks-into-issues-of-counterfeit-substandard-ict-products/>.
- ITU News. Lucha contra dispositivos TIC falsificados y de no conformidad, 2015. <http://itunews.itu.int/es/5673-Lucha-contradispositivos-TIC-falsificados-y-de-no-conformidad.note.aspx>.
- M.C. Vats ¹, S.K. Singh – Department of Environmental Engineering, Delhi Technological University (Formerly Delhi College of Engineering), Delhi 110042, India.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Lineamientos Técnicos para el Manejo de RAEE, 2010.
- Ministerio de Transporte de Colombia. Decreto 1609 de 2002. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas. 2002.
- Ministerio TIC de Colombia. Adiós a los Dispositivos Piratas. En TIC Confío, 2016. <http://www.enticconfio.gov.co/index.php/lo-mas-tic-jovenes/1288.html>. En TIC Confío, Ministerio TIC, Colombia, 2016.
- Mobile Manufacturers Forum. Teléfonos Móviles Falsificados Sub-estándar. Guía de Recursos para los Gobiernos.
- http://spotafakephone.com/docs/eng/MMF_CelularesFalsificados_ES.pdf. Celulares Falsificados.
- Oliveros, H. Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2011.
- República de India. Proposal to develop specific action plans to integrate informal sector, towards sustainable Telecommunication / ICT waste management in developing nations.
- Document 2/225, “Proposal to develop specific action plans to integrate informal sector, towards sustainable Telecommunication / ICT waste management in developing nations”, Republic of India. August 2015.
- Responsible Recycling – R2. Norma de Reciclaje Responsable R2 para Recicladores de Productos Electrónicos. 2013.
- Document SG2RGQ/38, “Update on the work of Question 13 – ‘Environmental impact reduction including WEEE’ of ITU-T Study Group 5”. Telecommunication Standardization Bureau March 2015.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones –UIT & MercyWaanjau. Tendencias en las Normas de Telecomunicaciones, Reglamentación Inteligente para un Mundo en Banda Ancha. Capítulo 9 Residuos-e y Reciclaje: ¿Quiénes el Responsable? 2012.
- Wikipedia. Hidrometalurgia, 2016. <https://es.wikipedia.org/wiki/Hidrometalurgia>.
- Wikipedia. Pirometalurgia, 2016. <https://es.wikipedia.org/wiki/Pirometalurgia>.
- “The Modern Lead Acid Battery (SaishinNamariChikudenchi)” THE NIKKAN KOGYO SHIMBUN, ISBN978-4-526-06407-4.
- ITE-IBA LETTERS Vol. 4, No.1, P14-P18 International conference on lead-acid batteries: held on 7-10 June 2011 in Albena, Bulgaria, P76-77, paper by Dr. AkiyaKozawa and John C. Nardi.
- ITE-IBA LETTERS Vol. 4, No.2, P30-P32, on polymer activator for lead acid battery.
- CHEMISTRY TODAY No. 506, May/2013, P30-P35 on the activator Super-K (Gendai Kagaku: published by Tokyo Kagaku Dojin) .
- “How to Use ITE’s Organic Polymer Activator for Recovery of Deteriorated Lead-acid Batteries” by ITE Japan & JBR Inc.
- Pascale, A., Sosa, A., Bares, C., Battocletti, A., Moll, M., Pose, D., Feola, G. (2016). WEEE Informal Recycling: An Emerging Source of Lead Exposure in South America. *Annals of Global Health*, 82, 197-201.
- Perkins, D., Brune Drisse, M.-N., Nxele, T., & Sly, P. (2014). WEEE: A Global Hazard. *Icahn School of Medicine at Mount Sinai*, 80, 286-295.
- Sepúlveda , A., Schluep, M., Renaud , F., Streicher , M., Kuehr, R., Hagelüken, C., & Gerecke, A. (2010). A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: Examples from China and India. *Environmental Impact Assessment Review*, 30, 28-41.

- Grant, K., Goldizen, F., Sly, P., Brune, M.-N., Neira, M., van den Berg, M., & Norman, R. (2013). Health consequences of exposure to WEEE – a systematic review. *The Lancet*, 1, 350-361.
- Guo, Y., Huo, X., Li, Y., Wu, K., Liu, j., Huang, J. Xu, X. (2010). Monitoring of Lead, cadmium chromium and nickel in placenta from an e waste recycling town in China. *Science of the total environment*, 3113-3117.
- Minh Tue, N., Katsura, K., Suzuki, G., Tuyen, L., Takasuga, T., Takahashi, S., Tanabe, S. (2014). Dioxin. related compounds in breast milk of women from vietnamese e waste recycling sites: levels, toxic equivalents and relevance of non-dietary exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 106, 220-225.
- Namias, J. (2013). *The future of Electronic Recycling in the United States. Obstacles and Domestic Solutions*. New York: Earth Engineering Center, Columbia University.
- United Nation University- Institute for sustentably And Pace. (2011). *E- waste Management in Germany*.
- Wang, F., & Huisman, J. (2011). *Formalization of ewaste Colection and recycling in China*. United Nation University, Institute for Sustainability and Peace.
- ITU-T L-series Recommendations – Supplement 4:Guidelines for developing a sustainable e-waste management system
- http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/integrated_weee_management_and_disposal-395429-normal-e.pdf.

Abbreviations and acronyms

Various abbreviations and acronyms are used through the document, they are provided here for simplicity.

Abbreviation/acronym	Description
ABDI	Industrial Development Brazilian Agency (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) (Federative Republic of Brazil)
ADIE	State Agency for Information Technology (Agence De l'Informatique de l'État) (Republic of Senegal)
ARF	Advanced Recycling Fee
ASO	Analogue Switch-Off
CEA	Central Environmental Authority
CENARE	National Centre for Electronic Waste Recovery (Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos Electrónicos) (Republic of Colombia)
CRTs	Cathode Ray Tubes
CSR	Corporate Social Responsibility
CTS	Collective Takeback Scheme
EC	European Commission
EEE	Electrical and Electronic Equipment
EMPA	Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt)
EPR	Extended Producer Responsibility
ESP	End-of-life full Services Provider
IBTS	Individual Brand-selective Takeback Schemes
ICT	Information and Communication Technology
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMEI	International Mobile Equipment Identity
INST	Individual Non-Selective Takeback schemes
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
LCD	Liquid Crystal Display
MADS	Ministry of Environment and Sustainable Development (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) (Republic of Colombia)
MoU	Memorandum of Understanding

Abbreviation/acronym	Description
MSDS	Material Safety Data Sheets
NGO	Non-Governmental Organization
OECD	Organization for Co-operation and Economic Development
PCB	Printed Circuit Board
PPP	Public-Private Partnership
PuWaMa	Public Waste Management authorities
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
SDGs	Sustainable Development Goals
TRCSL	Telecommunications Regulatory Commission of Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of Sri Lanka)
UN	United Nations
UNU	United Nations University
WCO	World Customs Organization
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment
WIPO	World Intellectual Property Organization
WSIS	World Summit on the Information Society
WTO	World Trade Organization

Annexes

Annex 1: List of documents received for consideration by Question 8/2

All documents received for consideration by Question 8/2 are listed below.

Question 8/2 Contributions for Rapporteur Group and Study Group meetings

Web	Received	Source	Title
2/445	2017-01-18	Rapporteurs for Question 8/2	Report of the Rapporteur Group meeting on Question 8/2, Geneva, 18 January 2017
2/436	2017-02-22	Vice-Chairman, ITU-D Study Group 2 , and Co-Rapporteur for Question 8/2	Study Groups, study Questions, and working method for WTDC-17
2/432	2017-02-22	Colombia (Republic of)	Proposal on the future of Question 8/2 for the study period 2017-2021
2/420 [OR]	2017-02-17	Rapporteur for Question 8/2	Final Report for Question 8/2
2/405	2017-02-02	Burundi (Republic of)	Current situation with regard to the management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Burundi
2/400	2017-01-31	Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of)	Telecommunication/ICT waste material management projects in Sri Lanka
RGQ/245	2017-01-09	Co-rapporteur for Question 8/2	Draft final report for Question 8/2
RGQ/233	2016-12-08	BDT Focal Point for Question 8/2	ITU-D activities on strategies and policies for the proper disposal or reuse of telecommunication/ ICT waste material
RGQ/229	2016-12-08	Brazil (Federative Republic of)	Map of Brazilian e-waste recyclers (ICT)
RGQ/228	2016-12-08	Senegal (Republic of)	Initiative du Sénégal dans la gestion des Déchets Electroniques et Electriques (DEE)
RGQ/201 [OR]	2016-11-04	Co-Rapporteurs for Question 8/2	Draft Final Report for Question 8/2
RGQ/191	2016-10-27	Iran University of Science and Technology, Iran (Islamic Republic of)	Disposal or reuse of ICT waste material in Iran
2/381 +Ann.1	2016-09-15	Colombia (Republic of)	Draft Report Question 8/2
2/377	2016-09-14	Colombia (Republic of)	Economic aspects related to the take-back of Waste Electrical and Electronic Equipment – WEEE in Colombia and the impact on the health of children exposed to e-Waste

Web	Received	Source	Title
2/372	2016-09-13	Telecommunication Development Bureau	Overview of input received through the ITU-D Study Group 2 consolidated survey for Questions 6/2, 7/2 and 8/2
2/358	2016-09-13	Russian Federation	Draft Guidelines for E-waste management
2/354	2016-09-12	Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of)	ICT-waste in Sri Lanka
2/336	2016-08-09	The ITU Association of Japan	Proposal for recycling method of lead acid battery
2/330	2016-08-12	Brazil (Federative Republic of)	Alternatives of exploitation technically feasible for hazardous waste contained in waste from tele-communications (ICT)
2/328	2016-08-15	BDT Focal Point for Question 8/2	ITU-D activities on strategies and policies for the proper disposal or reuse of telecommunication/ ICT waste material
2/264	2016-04-28	Rapporteur for Question 8/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 8/2, Geneva, 28 April 201
RGQ/166 +Ann.1	2016-04-26	World Health Organization (WHO)	Child health and e-waste
RGQ/147	2016-04-05	BDT Focal Point for Question 8/2	ITU-D activities on strategies and policies for the proper disposal or reuse of telecommunication/ ICT waste material
RGQ/119	2016-03-04	Colombia (Republic of)	Propuesta Encuesta Cuestión 8/2
RGQ/116	2016-03-04	Colombia (Republic of)	Results of tabulation of survey
RGQ/115 +Ann.1	2016-03-14	Colombia (Republic of)	Definición de alternativas de recuperación y aprovechamiento para los residuos peligrosos- RESPEL contenidos en los residuos procedentes de las telecomunicaciones RAEE-TIC / Aspectos sociales relacionados con la gestión ambientalmente racional de los residuos electrónicos
RGQ/105	2016-02-19	Senegal (Republic of)	Initiative du Sénégal dans la gestion des Déchets Electroniques et Electriques (DEE)
2/238	2015-08-27	Russian Federation	Experience of Russian Federation in e-waste management
2/225	2015-08-27	India (Republic of)	Proposal to develop specific action plans to integrate informal sector, towards sustainable Telecommunication/ICT waste management in developing nations

Web	Received	Source	Title
2/220	2015-08-12	Colombia (Republic of)	Minimum standards to be complied with by WEEE/ ICT managers when pre-processing and processing such waste in least developed and developing countries
2/219	2015-08-12	Colombia (Republic of)	Question 24/1 and Question 8/2
2/218	2015-08-12	Rapporteur for Question 8/2	Proposed questions for the survey – Topic: electronic waste from information and communication technologies (ICT)
2/212	2015-08-04	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.	IEEE Standards for Environmental Assessments
2/167	2015-07-22	BDT Focal Point for Question 8/2	ITU-D activities on e-Waste
2/140	2015-05-08	Rapporteur for Question 8/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 8/2, Geneva, 1 May 2015
RGQ/55	2015-03-29	Colombia (Republic of)	Minimum standards to be complied with by WEEE/ ICT managers when pre-processing such waste in least developed and developing countries
RGQ/50	2015-03-12	BDT Focal Point for Question 8/2	ITU-D activities on e-Waste
RGQ/38	2015-03-11	Telecommunication Standardization Bureau	Update on the work of Question 13 – “Environmental impact reduction including e-Waste” of ITU-T Study Group 5
RGQ/12	2014-12-15	Rapporteur for Question 8/2	Draft work plan for Question 8/2
2/102 +Ann.1	2014-10-02	United Nations University (UNU)	E-Waste Project (Waste of electrical and electronic appliances)
2/87 +Ann.1	2014-09-08	General Secretariat	Report on WSIS Stocktaking 2014
2/81 +Ann.1	2014-09-04	Colombia (Republic of)	Borrador plan de trabajo para la Cuestión 8/2
2/48	2014-08-14	BDT Focal Point for Question 8/2	Work of ITU in the area of e-Waste

Liaison Statements

Web	Received	Source	Title
RGQ/198	2016-10-27	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 (Question 8/2) on approved Supplement on success stories on e-Waste management
2/283	2016-07-20	ITU-T Study Group 11	Liaison Statement from ITU-T SG11 to ITU-D SG2 Q8/2 on update of Q8/11 work

Web	Received	Source	Title
2/272	2016-05-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study 1 and 2 on updates on ITU-T SG 5 activities relevant to ITU-D study groups
RGQ/91	2015-11-25	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG 2 on ITU D Q8/2 work for the 2014-2017 study period
RGQ/33	2015-03-03	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 on the Executive Summary of the ITU-T Study Group 5 Meeting

Annex 2: Cross-cutting requirements that apply to all stages

a) Infrastructure

The infrastructure must be suitable in terms of size and technology, depending on stages that are developed within each manager. Physical infrastructure must comply with the norm of each country in earthquake resistance terms. The Manager's facilities must be fully insured against all risks.

Apart from the above, the facilities must have: signaling (SOS, fire, obligation, prohibition, warning); maps and evacuation routes; safe and signaled access and exits; artificial and natural illumination and ventilation to prevent and control the accumulation of particulate matter; loading and unloading areas with minimum required dimensions avoiding vehicles parking (to load and unload) in public zones; security and alarms systems (security cameras, fire detectors, movement sensors amongst others) to prevent stealing and risks.

Managers in charge of WEEE/ICT management must have the adequate infrastructure according to the stages undertaking within.

b) Human talent

The personnel involved in the stages of pre-processing must have certificates issued by an entity of the State, evidencing their theory-practical training of a minimum of 250 hours on topics related to environmentally sound management of WEEE/ICT; it is suggested to include vulnerable population and the informal sector (up to a minimum of 60 per cent of job posts). The Government must establish an obligation to take refresher courses and take exams every two (2) years. For certain aspects of pre-processing stages and in processing (treatment and disposal) the intervention of skilled labor is required, since there are processes that must be performed and supervised by qualified personnel.

Staff responsibilities and authorities must be clearly defined when participating in each one of the stages of WEEE/ICT management. There must be internal training for the plant personnel in topics such as: WEEE/ICT management; WEEE/ICT contents; health and environment risks; actions to take in cases of breaking of the different types of obsolete and unused EEE; procedures and processes established inside the center; Personal Protective Equipment- PPE; tools handling, and so on.

In addition, people in charge to operate forklift inside the manager's facilities, must have certificates authorizing them to use the equipment as well as a certificate to work at heights, the latter to be renewed yearly. To work at heights, the personnel must have the needed elements (life lines, harness, snap hooks, etc.,) and with a previous authorization issued by the immediate authority. Certificates must be issued by a certification entity supported by the Government.

Employees must use Individual Protection Equipment – IPE, according to the kind of WEEE to manage, processes, procedures and activities to develop and considering identified risks; all to be recorded in a document called “profesiograma”. (Professional diagram). Depending upon the WEEE/ICT type to manage during different stages, the personnel as a minimum must have: toed safety boots (dielectric), long-sleeved coveralls, gloves Kevlar / nitrile, clear mono-goggles with anti-fog lens, helmet, insertion ear protectors, sleeves Kevlar, among others; ergonomic controls and of noise levels must be implemented. It must impose stringent measures of occupational health and safety in plants specialized in the treatment of mercury lamps, with the obligation of workers to wash their hands upon leaving the work area and use all elements of individual protection.

Enrolling tests must be conducted, both periodical and when leaving, including blood and urine tests for led and mercury levels due to breaking of CRT, LCD and plasma screens and fluorescent lamps. Smoking, eating, cellphone using and music listening must be forbidden in working areas. It must be defined the obligation to wash hands when workers leave operating areas. The plant and working areas must remain in adequate cleaning and healthy conditions.

c) Documentary support (processes and procedures)

The following must be documented and must be kept registers: dangers identification matrix, risks valuation and determination of controls; matrix of environmental aspects and impacts and definition of controls (elimination, substitution, engineering controls, administrative controls); Programme on safety and health at work; training and induction and re-induction plans (these must be assessed); emergency plans including evacuation drills; professional diagram; correct usage of chemicals not present in electronic waste coming from the ICT; procedures for: measuring of lead and mercury in and outside working areas to verify whether these are found within the professional exposure threshold; accidents and incidents attention, application of corrective and preventive actions and diffusion of lessons learned.

d) Equipment, Tools and Machinery

There must be multipurpose extinguishers, Solkaflam (types 1 2 3) and D, according to the type of WEEE stored and fireproof shelves; shelves and extinguishers must be located at suitable and easily accessible sites. The following must be available: hydraulic stevedores, electric screwdrivers, drills, manual screwdrivers, manual sanders, Torx screwdrivers, tweezers Straight tip, cold-chisels, metal spatulas, precision screwdrivers, among others. The plant must have a conveyor belt or carts to move the equipment inside the plant to the de-manufacturing area. There must be logging sheets for equipment and machinery and maintenance and calibration certificates for the same.

e) Registers

Records must allow tracking of the EEE/ICT that will be managed from their collection until their disposal (origin-destination), including their processing through the different stages and stakeholders of the recycling chain, ensuring the mass balance by batch and each year, where the weight of obsolete and unused EEE/ICT to be managed, must be equal to the materials and components resulting from that management plus stocked and stored material, as well as acceptable losses ($\leq 5\%$); for calculating the mass balance must consider weight control of waste containers and, if it is applicable, the weight of stowage on which the containers are located, in order to deduct and get the net weight of WEEE. Daily records of assignment, condition and time of use of tools, verification of scales calibration, delivery of Personal Protective Equipment- PPE and all registers resulting from the application of documentary support must be kept.

Keeping time of the records generated from the WEEE/ICT management must be five (5) years or more according to the norms in each country, and these might be by magnetic or physical means.

f) Information systems

Producers of EEE/ICT individually or collectively must manage, feed and update a data base with information of managers, logistic operators or Intermediaries involved in the recycling chain, including the following details as a minimum: company name, address, telephone, batch, type and quantity of WEEE/ICT, kind of applied operation, permit or license (number, date, scope and validity), type and quantity of WEEE sent for disposal, responsible manager for disposal, type of applied operation, permit or license (date, number, scope and validity) amongst others. Producers are obliged to periodically inform the relevant authorities about their management results (individually or collectively) and about compliance of targets.

g) Communications

The managers must have access to internet, cell phones and fixed lines, radiophone, and so on, for communication inside and outside of plant as well as having at hand a list of entities covering job risks, health institutions, and entities for emergency care amongst others.

Annex 3: Chemical classification of the WEEE components with routes of exposure

Figure 1A: Chemical classification of the WEEE components with routes of exposure

Persistent organic pollutants	Component of electrical and electronic	Ecological source of exposure	Route of exposure
Brominated flame retardants Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) Polybrominated biphenyls (PBBs) Polychlorinated biphenyls (PCBs)	Flame retardants for electronic equipment Dielectric fluids, lubricants and coolants in generators, capacitors and transformers, fluorescent lighting, ceiling fans, dishwashers, and electric motors	Air, dust, food, water, and soil Air, dust, soil, and food (bio-accumulative in fish and seafood)	Ingestion, inhalation, and transplacental Ingestion, inhalation or dermal contact, and transplacental
Dioxins			
Polychlorinated dibenzodioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) Dioxin-like polychlorinated biphenyls	Released as combustion byproduct Released as a combustion byproduct but also found in dielectric fluids, lubricants and coolants in generators, capacitors and transformers, fluorescent lighting, ceiling fans, dishwashers, and electric motors	Air, dust, soil, food, water, and vapour Released as combustion byproduct, air, dust, soil, and food (bioaccumulative in fish and seafood)	Ingestion, inhalation, dermal contact, and transplacental Ingestion, inhalation, and dermal absorption
Polyaromatic hydrocarbons (PAHs)	Released as combustion byproduct	Released as combustion byproduct, air, dust, soil, and food	Ingestion, inhalation, and dermal contact
Elements			
Lead (Pb)	Printed circuit boards, cathode ray tubes (CRTs), light bulbs, televisions, solder, and batteries	Air, dust, water, and soil	Inhalation, ingestion, and dermal contact
Chromium (Cr) or hexavalent chromium	Anticorrosion coatings, data tapes, and floppy disks	Air, dust, water, and soil	Inhalation and ingestion
Cadmium (Cd)	Switches, springs, connectors, printed circuit boards, batteries, infrared detectors, semi-conductor chips, ink or toner photocopying machines, cathode ray tubes, and mobile phones	Air, dust, soil, water, and food (especially rice and vegetables)	Inhalation and ingestion
Mercury (Hg)	Thermostats, sensors, monitors, cells, printed circuit boards, cold cathode fluorescent lamps, and liquid crystal display (LCD) backlights	Air, vapour, water, soil, and food (bioaccumulative in fish)	Inhalation, ingestion, and dermal contact
Zinc (Zn)	Cathode ray tubes and metal coatings	Air, water, and soil	Ingestion and inhalation
Nickel (Ni)	Batteries	Air, soil, water, and food (plants)	Inhalation, ingestion, dermal contact, and transplacental
Lithium (Li)	Batteries	Air, soil, water, and food (plants)	Inhalation, ingestion, and dermal contact
Barium (Ba)	Cathode ray tubes and fluorescent lamps	Air, soil, water, and food	Ingestion, inhalation and dermal contact
Beryllium (Be)	Power supply boxes, computers, x-ray machines, ceramic components of electronics	Air, food, and water	Inhalation, ingestion, and transplacental

Source: (Grant, et al., 2013)

Annex 4: Results of the 2016 survey

The contribution by BDT²⁵ summarizes the replies to the questions regarding Question 8/2 contained in the ITU-D Study Group 2 consolidated survey for Questions 6/2, 7/2 and 8/2 on electronic waste generated by the Information and Communications Technologies (ICT), conducted between February and June 2016.

One of the salient results of the survey is the fact that 58 per cent of countries responding to the questions on Question 8/2 have minimum standards for WEEE management, but only 33 per cent have developed techniques for using hazardous substances from WEEE/ICTs, most notably the recovery of mercury from lighting units.

Regarding the question as to whether there has been an assessment of the quantity of WEEE generated by governments, only 31 per cent replied in the affirmative.

The survey also requested information on any impacts (positive or negative) of WEEE management, resulting in a range of replies, although there was agreement among some countries that job creation could be one of the most important aspects of WEEE management, followed by increased economic benefits, reduced pollution, an impact on the carbon footprint and workers' health, among others.

As regards WEEE management, the survey highlights the fact that only 50 per cent of the countries replying have some form of public-private partnership. The other 50 per cent indicated that such activities are left to private entities or, in a few cases, to informal enterprises.

It is also worth noting that 25 per cent of Member States participating in the survey apply WEEE management fees, which are primarily paid by producers, followed by other stakeholders and consumers. None reported such fees being paid by the government.

Of the 16 countries replying to the question "*What steps of the WEEE management stages (collection, transport, storage, refurbishment, dismantling, classification, treatment and disposal) do you carry out in your country? (more than one answer possible)*", 14 countries indicated that they carry out collection, 13 carry out transportation and storage, 10 undertake refurbishment, 11 undertake dismantling, 10 declassification, seven carry out treatment, and only six undertake disposal.

Another related question concerning the stages carried out abroad was answered by nine countries of which eight manage treatment and final disposal externally. The main countries that undertake such processes themselves are China, European countries, and the United States.

The results of the survey suggest the need to assist States in the environmentally sound management of WEEE, starting with a definition of minimum standards to achieve that objective.

²⁵ Document 2/372 + Annex, "Overview of input received through the ITU-D Study Group 2 consolidated survey for Questions 6/2, 7/2 and 8/2", Telecommunication Development Bureau.

Union internationale des télécommunications (UIT)
Bureau de développement des télécommunications (BDT)
Bureau du Directeur
Place des Nations
CH-1211 Genève 20 – Suisse
Courriel: bdtdirector@itu.int
Tél.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

**Adjoint au directeur et
Chef du Département de
l'administration et de la
coordination des opérations (DDR)**
Courriel: bdtdeputydir@itu.int
Tél.: +41 22 730 5784
Fax: +41 22 730 5484

**Département de l'environnement
propice aux infrastructures et
aux cyberapplications (IEE)**
Courriel: bdtiee@itu.int
Tél.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

**Département de l'innovation et des
partenariats (IP)**
Courriel: bdtip@itu.int
Tél.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

**Département de projets et de la gestion
des connaissances (PKM)**
Courriel: bdtipkm@itu.int
Tél.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

Afrique

Ethiopie
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau régional
P.O. Box 60 005
Gambia Rd., Leghar ETC Building
3rd floor
Addis Ababa – Ethiopie

Courriel: ituaddis@itu.int
Tél.: +251 11 551 4977
Tél.: +251 11 551 4855
Tél.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

Cameroun
**Union internationale des
télécommunications (UIT)**
Bureau de zone de l'UIT
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé – Cameroun

Courriel: itu-yaounde@itu.int
Tél.: + 237 22 22 9292
Tél.: + 237 22 22 9291
Fax: + 237 22 22 9297

Sénégal
**Union internationale des
télécommunications (UIT)**
Bureau de zone de l'UIT
8, Route du Méridien Immeuble
Rokhaya B.P. 29471 Dakar-Yoff/Dakar
– Sénégal

Courriel: itu-dakar@itu.int
Tél.: +221 33 859 7010
Tél.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

Zimbabwe
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau de zone
TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792 Belvedere
Harare – Zimbabwe

Courriel: itu-harare@itu.int
Tél.: +263 4 77 5939
Tél.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

Amériques

Brésil
**União Internacional de
Telecomunicações (UIT)**
Bureau régional
SAUS Quadra 06, Bloco "E"
10^o andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
70070-940 Brasilia, DF – Brazil

Courriel: itubrasilia@itu.int
Tél.: +55 61 2312 2730-1
Tél.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

La Barbade
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau de zone
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown – Barbados

Courriel: itubridgetown@itu.int
Tél.: +1 246 431 0343/4
Fax: +1 246 437 7403

Chili
**Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)**
Oficina de Representación de Área
Merced 753, Piso 4
Casilla 50484 – Plaza de Armas
Santiago de Chile – Chili

Courriel: itusantiago@itu.int
Tél.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

Honduras
**Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)**
Oficina de Representación de Área
Colonia Palmira, Avenida Brasil
Ed. COMTELCA/UIT, 4.º piso
P.O. Box 976
Tegucigalpa – Honduras

Courriel: itutegucigalpa@itu.int
Tél.: +504 22 201 074
Fax: +504 22 201 075

Etats arabes

Egypte
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau régional
Smart Village, Building B 147, 3rd floor
Km 28 Cairo – Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo – Egypte

Courriel: itu-ro-arabstates@itu.int
Tél.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asie-Pacifique
Thaïlande
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau régional
Thailand Post Training
Center, 5th floor,
111 Chaengwattana Road, Laksi
Bangkok 10210 – Thaïlande

Adresse postale:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210 – Thaïlande

Courriel: itubangkok@itu.int
Tél.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

Indonésie
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau de zone
Sapta Pesona Building, 13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110 – Indonésie

Adresse postale:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110 – Indonésie

Courriel: itujakarta@itu.int
Tél.: +62 21 381 3572
Tél.: +62 21 380 2322/2324
Fax: +62 21 389 05521

Pays de la CEI
Fédération de Russie
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau de zone
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Fédération de Russie

Adresse postale:
P.O. Box 47 – Moscow 105120
Fédération de Russie

Courriel: itumoskow@itu.int
Tél.: +7 495 926 6070
Fax: +7 495 926 6073

Europe

Suisse
**Union internationale des
télécommunications (UIT)**
**Bureau de développement des
télécommunications (BDT)**
Bureau de zone
Place des Nations
CH-1211 Genève 20 – Suisse
Courriel: eurregion@itu.int
Tél.: +41 22 730 6065

Union Internationale des Télécommunications
Bureau de Développement des Télécommunications
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse
www.itu.int

ISBN 978-92-61-23202-3



Imprimé en Suisse
Genève, 2017