

Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques ménagers au Cameroun : cas de la ville de Douala

Aurélien Douandji Tchoupou^{1,2,*}, Emmanuel Ngnikam^{2,3}, Martin Yelkouni²

(1) Université de Yaoundé I BP 812, Yaoundé Cameroun

(2) Université Senghor d'Alexandrie I Place Ahmed Orabi – BP 21111 415 El Manheya – Alexandrie – Egypte

(3) Ecole nationale supérieure polytechnique, BP 8390, Yaoundé, Cameroun.

Université Senghor d'Alexandrie I Place Ahmed Orabi – BP 21111 415 El Manheya – Alexandrie – Egypte.

***Auteur Correspondant : aureliendouandji@yahoo.fr**

RÉSUMÉ

L'évolution rapide de la technologie au cours des dernières années a indéniablement contribué à l'amélioration des conditions de vie de l'humanité. Cependant, cette évolution a symétriquement entraîné de nombreuses conséquences écologiques, notamment la production et l'accumulation des déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) dangereux pour la santé humaine et l'environnement. Dans les pays en développement (PED), ces D3E ne subissent qu'une valorisation traditionnelle et artisanale à cause de l'insuffisance des ressources financières, techniques et logistiques, exposant ainsi les populations à de graves conséquences sanitaires. La ville de Douala n'échappe pas à cette règle d'où la présente étude dont l'objectif général est de contribuer à l'amélioration de la gestion des D3E au Cameroun, plus particulièrement dans la ville de Douala. Pour ce faire, une enquête par questionnaire a été menée auprès de 400 ménages installés à Douala choisis par échantillonnage aléatoire stratifié. L'analyse des données révèle une production annuelle des D3E de 37,4 kg/ménage/an, soit un total de 16 765,6 tonnes/an. S'agissant de la gestion, 76 % des répondants ont déclaré qu'ils éliminent leurs D3E mélangés à d'autres ordures ménagères, bien que 77 % d'entre eux affirment être informés des conséquences liées à ces déchets. On peut alors conclure que la gestion actuelle des D3E dans la ville de Douala n'est pas satisfaisante d'un point de vue écologique et nécessite donc une amélioration afin de protéger les populations et l'environnement des substances nocives contenues dans ces déchets.

MOTS-CLÉS : Déchets, DEEE, D3E, valorisation, stratégie de gestion, Douala, Cameroun

ABSTRACT

The rapid evolution of technology in recent years has undoubtedly contributed to improving the living conditions of mankind. However, this has led many symmetrically ecological consequences, including the production and accumulation of waste electric and electronic equipment (WEEE) dangerous to human health and the environment. In developing countries (DCs), these D3E only undergo a traditional and artisanal valuation due to insufficient financial, technical and logistical resources, exposing people to serious health consequences. Douala is no exception to this rule, where the present study whose general objective is to contribute to improving the management of D3E in Cameroon, particularly in the city of Douala. To do this, a questionnaire survey was conducted among 400 households installed in Douala selected by stratified random sampling. Data analysis revealed an annual output of D3E 37.4 kg / household / year for a total of 16 765.6 tons / year. Regarding management, 76 % of respondents said that they eliminate their D3E mixed with other household waste, although 77 % of them claim to be informed of the consequences of this waste. We can then conclude that the current management of D3E in the city of Douala is unsatisfactory from an ecological point of view and requires improvement in order to protect people and the environment from harmful substances contained in the waste.

KEYWORDS: Waste, WEEE, recovery, management strategy, Douala, Cameroon

Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques ménagers au Cameroun : cas de la ville de Douala

Aurélien Douandji Tchoupou, Emmanuel Ngnikam, Martin Yelkouni

INTRODUCTION

Les D3E sont « des équipements électriques et électroniques (EEE) qui ne sont plus aptes à l'usage et que le dernier propriétaire a mis au rebut » (Secrétariat de la Convention Bâle, 2012). Ce sont entre autres les ordinateurs, téléphones, climatiseurs, appareils photos numériques, réfrigérateurs, téléviseurs, ventilateurs, etc. (Programme des Nations Unies pour l'Environnement, 2005 ; Agence de l'environnement et de maîtrise de l'énergie, 2008). Ces déchets ont une empreinte écologique très élevée en raison d'importantes quantités de ressources en eau, métaux et énergie mobilisées par la conception, la fabrication, le transport, l'utilisation et le recyclage des composants ou objets électriques et électroniques (Kuehr et Williams, 2003). Bien plus, les D3E peuvent engendrer de sérieuses menaces à l'environnement et à la santé humaine en raison des multiples éléments chimiques qui les composent (Zhang et Forssberg, 1997 ; Basel Action Network, 2002 ; Flipo, 2009 ; Institut National de la Recherche et de sécurité, 2005 ; Hilty, 2008 ; Bernard, 2011 ; Lecler *et al.*, 2012). En effet, selon Puckett et Smith (2002), l'on dénombre plus de 1000 substances dangereuses associées aux D3E. Ils sont ainsi classés en Europe dans la catégorie des déchets dangereux (Directive européenne 2002/95/CE ; Décret français n° 2002-540 du 18 avril 2002 ; Rogaume, 2006). Au Cameroun, un arrêté conjointement signé par le Ministre de l'environnement, de la protection de la nature et du développement durable et le Ministre du commerce (Arrêté conjoint N° 005/MINEPDED/MINCOMMERCE, 2012) fixe les conditions spécifiques de gestion des EEE et d'élimination finale des déchets issus de ces équipements, mais il est simplement ignoré ou même méconnu des acteurs de la filière de gestion de ces déchets. Par ailleurs, ces déchets connaissent une croissance rapide, de l'ordre de 3 à 5 % par an, soit le triple de la moyenne de production des autres déchets (Institut National de la Recherche et de sécurité, 2005 ; Savage, 2006). A ce sujet, la production des D3E dans le monde a été estimée par l'ONU entre 20 et 50 millions de tonnes (Programme des Nations Unies pour l'Environnement 2005) et elle était censée augmenter davantage en 2014 pour atteindre les 74 millions de tonnes (Planétoscope, 2014). Cette production est davantage amplifiée dans les Pays en Développement dans la mesure où en plus de la production locale, une bonne partie est aussi importée des pays développés à travers le marché des EEE d'occasion (Schmidt,

2006). A ce propos, l'organisme écologiste américain Basel Action Network (BAN) dénonce que 50 à 80 % des déchets électroniques collectés pour le recyclage en Amérique n'y sont jamais recyclés, mais plutôt embarqués dans des conteneurs en direction des pays pauvres (Lembembe, 2013). Puckett et Smith (2002) confirment cette information en décrivant le fait qu'une grande partie d'EEE usagés puis transférés dans les PED sous l'intitulé de matériel de « seconde main » sont des équipements dont il n'y a rien à en tirer. Ils sont en effet majoritairement constitués des D3E inutilisables qui finiront dans une décharge à ciel ouvert. Cette réalité est bien perceptible dans la ville de Douala qui, en plus d'être la capitale économique du Cameroun, dispose d'un port fluvial favorable à l'afflux des EEE d'occasion proches de la fin de vie, donc de potentiels D3E.

Cependant, en dépit du caractère dangereux des D3E, ceux-ci ont aussi un grand potentiel de valorisation de par leur teneur en métaux ferreux (42,6 %), non-ferreux (8,2 %), fractions minérales verres (14,7 %) et plastiques (12,6 %) (OCAD3E, 2014). La bonne gestion des D3E présente donc un double intérêt, économique et écologique. Seulement, cette gestion reste encore très problématique au Cameroun et particulièrement dans la ville de Douala, dans un contexte marqué par la production de quantités substantielles de D3E (Communauté Urbaine de Douala, 2009) couplée à l'inexistence de structures formelles de collecte, transport et élimination écocpatible des fragments résiduels. Ainsi, comme dans la plupart des pays africains, la valorisation de ces déchets au Cameroun est très partielle. Elle ne se limite qu'aux seules fractions métalliques telles que le fer, le cuivre, l'aluminium et le plomb, les autres fractions (verres, plastiques et composants internes) étant simplement relargués dans la nature. Pourtant, elles peuvent également être valorisées comme matières premières secondaires, ce qui permettrait d'éviter le gaspillage des ressources.

Compte tenu des risques environnementaux et sanitaires que représente le système de gestion actuel des D3E, il semble donc judicieux, voire nécessaire, de mettre sur pied une nouvelle stratégie dans le souci d'améliorer la gestion de ces déchets. Tel est l'objectif général de cette étude. Spécifiquement, il sera tout d'abord question de faire un inventaire des différents types de D3E ménagers produits par les ménages de la ville de Douala, ensuite d'évaluer le mode de gestion actuelle de ces déchets et enfin de proposer une stratégie susceptible de l'améliorer.

I. Matériels et méthodes

I.1. Description de la zone d'étude

La ville de Douala est située à 4°03' de latitude Nord, à 9°42' de longitude Est et à 300 m d'altitude par rapport à la mer. Elle est installée en bordure de l'Océan atlantique, au fond du Golfe de Guinée et à l'embouchure du fleuve Wouri (Communauté Urbaine de Douala, 2012).

En 2015, la ville de Douala avait une population estimée à 2 768 436 habitants (PopulationData.net, 2016). Avec 10 % de la population totale du Cameroun et environ 20 % de la population urbaine du pays, Douala est la plus grande ville d'Afrique centrale et la 21^{ème} d'Afrique (ONU-habitat, 2010). La population de Douala est urbaine à 99 % et seuls quelques habitants (24 498) vivent encore dans les zones rurales dans le périmètre de l'agglomération. Douala connaît une forte croissance démographique, avec un taux estimé à 5 % sur les 30 dernières années. La population de cette ville triplerait dans ces conditions à l'horizon 2035 (Institut National de Statistique, 2010), ce qui contribuerait à accroître davantage la quantité de D3E si rien n'est fait.

Sur le plan économique, Douala est très connu pour son port d'où son nom de « porte d'entrée du Cameroun ». Ce port draine à lui seul près de 95 % du trafic portuaire national et a permis le développement de près de 80 % de l'activité industrielle du Cameroun. C'est donc la principale voie d'accès des EEE, neufs ou d'occasion.

I.2. Collecte des données

La collecte des données s'est faite à travers la recherche documentaire, l'observation directe et l'enquête par questionnaire.

I.2.1. Recherche documentaire

La recherche documentaire a été la toute première étape de cette étude et a consisté en la collecte des données secondaires relatives aux D3E. Elle nous a permis de consulter plusieurs documents traitant des D3E dont les ouvrages, mémoires, articles, rapports, etc.

I.2.2. Observation directe

L'observation directe a permis de toucher du doigt les réalités de la gestion actuelle des D3E à Douala et de mieux planifier les enquêtes. Plus précisément, elle a aidé à identifier les différents acteurs de la gestion des D3E et de visiter les grandes zones de recyclage de ces déchets. En outre, elle a aussi permis d'observer les filières de tri, recyclage, broyage et extraction des métaux, ainsi que les techniques employées. Les principaux quartiers de la ville ont également été visités et leur niveau de développement a été apprécié pour la stratification.

I.2.3. Echantillonnage et enquêtes par questionnaires

Les enquêtes se sont déroulées du 05 au 30 juillet 2014, les fiches d'enquêtes ayant été préalablement conçues puis testées. La technique de collecte des données a été l'échantillonnage aléatoire stratifié. Pour cela, les quartiers de la ville de Douala ont été répartis en 3 catégories en fonction de leur niveau de développement. Il s'agit des quartiers de haut, de moyen et de bas standings. Connaissant la proportion des ménages ayant accès aux EEE ($p = 0,646$) à partir des résultats de la troisième enquête camerounaise auprès des ménages (ECAM 3) (Institut National de Statistique, 2008), le nombre de ménages à enquêter a été calculé à un seuil de confiance de 95 % (donc une marge d'erreur de 5 %) ; de la suivante :

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \times \hat{p} (1 - \hat{p})}{E^2}$$

Avec $Z_{\alpha/2} = 1,96$ pour un seuil de confiance de 95 % ;

\hat{p} est une estimation de p au seuil de confiance fixé (0,646) ;

E = marge d'erreur (5 %) pour un seuil de confiance de 95 % ;

n = taille de l'échantillon.

Ainsi, en tenant compte de l'incertitude (10 %), on obtient finalement $n = 386,5$ mais dans le souci de minimiser davantage l'erreur, 400 ménages au total ont été enquêtés.

En appliquant à ce nombre la proportion des ménages vivant dans chacune des 3 catégories de quartiers retenues (ou strates), 80 ménages, 220 ménages et 100 ménages ont respectivement été enquêtés dans les quartiers de haut, moyen et bas standing.

I.3. Traitement et analyse des données

Le traitement des données a consisté en la vérification des fiches d'enquête et en l'harmonisation des réponses aux questions ouvertes afin de faciliter l'analyse. Quant à l'analyse des données, elle a été effectuée à l'aide des logiciels Microsoft Excel et XL STAT. Le choix de ces outils se justifie à la fois par leur simplicité et leur efficacité en matière de traitement des données statistiques. Cette analyse a abouti à l'obtention de différents graphiques qui ont ensuite été interprétés.

Le flux annuel de D3E produit par chaque ménage à Douala a été calculé à l'aide de la méthode de la consommation et de l'utilisation (Bureau B&G, 1993) dont la formule se présente de la manière suivante :

$$F_m = \frac{m_n \times hh \times r_n}{IS_n}$$

h_n = nombre de ménages ; r_n = taux de pénétration¹ de l'équipement n ;

IS_n = durée de vie moyenne (théorique) de l'équipement n .

Les enquêtes s'étant déroulées en milieu urbain, les résultats ne sont extrapolables que dans ce milieu. En effet, selon l'étude ECAM 3, le milieu urbain de Douala concentre à lui seul environ 99 % de la population de la ville, répartie au sein de 501 968 ménages (INS, 2008). Ainsi, si on note Q , la quantité de D3E produite dans la ville de Douala et M , le nombre de ménages vivant en milieu urbain, alors $Q = F_m \times M$.

Le poids moyen et la durée de vie moyenne de chaque équipement ont été trouvés dans la littérature. Par contre, le taux de pénétration a été calculé sur la base des durées de vie réelles des équipements. Ainsi, pour chaque catégorie, le taux de pénétration (r_n) se calcule comme suit : $r_n = 1/D$ où D est la durée de vie réelle de l'équipement dans les ménages.

Bien qu'il existe 10 catégories de D3E (Directive européenne 2002/96/CE ; Institut National de la Recherche et de sécurité, 2005), nous nous sommes limités dans la présente étude aux quatre premières car l'inventaire national des D3E au Cameroun a montré que ces quatre catégories représentent à elles seules un peu plus de 93 % de l'ensemble des D3E produits à Douala (Ministères des postes et télécommunications, 2014). Ces catégories sont donc fortement représentatives de l'ensemble des 10 catégories.

2. Résultats

2.1. Inventaire des D3E produits à Douala

L'inventaire des D3E s'est fait de deux manières : d'abord par catégorie, ensuite par type d'équipement.

2.1.1. Inventaire des D3E par catégories d'équipements

Le résultat de l'inventaire des D3E par catégories est présenté dans le tableau 1

Ce tableau montre que sur le plan pondéral, la catégorie 1 représentée par le gros électroménager est de loin celle dominante, avec une production s'élevant à 17,6 kg/ménage/an, soit

1 En marketing, le taux de pénétration d'un produit se définit comme étant le pourcentage des foyers, des individus ou consommateurs qui achètent ce produit (<http://www.definitions-marketing.com/definition/taux-de-penetration-produit-panel/>). Dans l'estimation de la quantité des D3E, on considère que le taux de pénétration (r_n) est l'inverse de la durée de vie réelle (obtenue par enquête), dans l'hypothèse selon laquelle un équipement est immédiatement remplacé aussitôt qu'il tombe en panne (Bureau B & G, 1993).

8 824,6 tonnes/an pour toute la ville de Douala. Un tel résultat serait lié au poids élevé des équipements de cette catégorie (réfrigérateurs, congélateurs, lave-linges, fours électriques, climatiseurs, etc.), comparativement à celui des autres catégories. Il corrobore d'ailleurs les résultats de l'inventaire national des D3E réalisé par le Ministère des postes et télécommunications qui a également mis en évidence la prépondérance des équipements de la catégorie 1, avec une production de 18,59 kg/ménage/an (Ministère des postes et télécommunications, 2014). En deuxième position, viennent les équipements de la catégorie 4 (équipements audiovisuels), avec 8,32 kg/ménage/an, soit une production totale de 4 176,4 tonnes/an pour l'ensemble des ménages de la ville de Douala. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces équipements sont très répandus. En d'autres termes, on en trouve au moins un, et plus généralement plusieurs au sein de chaque ménage, d'où le nom de « matériels grand public » qui est attribué à cette catégorie. Il est en effet très rare de nos jours de trouver un ménage en milieu urbain ne disposant aucun des équipements tels que les téléviseurs, lecteurs VCD/DVD, baffles, poste de radio, etc. En troisième place, on a les équipements de la catégorie 3 que sont les équipements informatiques et de télécommunication, avec une production de 5,1 kg/ménage/an, soit 2 544,8 tonnes/an pour toute la ville de Douala. Ce rang est certainement lié à la demande de plus en plus accrue des équipements tels que les téléphones portables, les ordinateurs, les imprimantes, etc. Des études ont montré qu'au cours de la dernière décennie en Afrique, le taux de pénétration des ordinateurs a été multiplié par 10 tandis que celui des téléphones portables a été multiplié par 100 (Banque Mondiale, 2010 ; International Télécommunication Union, 2008). Enfin, la catégorie 2 (petits appareils ménagers) vient en quatrième position, avec une production de 2,4 kg/ménage/an, soit 1 209,7 tonnes/an pour la ville de Douala. Ceci serait dû au fait que les équipements de cette catégorie (friteuses électriques, aspirateurs, couteaux électriques, balances, etc.) sont plus rarement présents au sein des ménages. En effet, on ne les trouve généralement qu'au sein des familles nanties. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle la majorité d'entre eux n'ont été recensés que dans les quartiers de haut standing.

2.1.2. Inventaire des D3E par types d'équipements

Le résultat de l'inventaire spécifique des équipements détenus par les ménages de la ville de Douala est présenté sur la figure 1 :

Il ressort de cette figure que les téléphones portables sont les appareils les plus abondants au sein des ménages enquêtés, avec un total de 1 406 téléphones, soit une moyenne de 3,5 téléphones par ménage. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que d'autres appareils (tels que les téléviseurs, chaînes musicales, amplificateurs, décodeurs, etc.) peuvent faire l'objet d'un usage commun par les membres d'une famille, ce qui n'est pas le cas pour les téléphones qui sont des équipements individuels. Autrement dit, au sein d'un

Tableau I. Inventaire des D3E ménagers (par catégorie) produits à Douala

Catégories d'équipements	Effectif	Proportion (%) des EEE par catégorie	Nombre en service	Nombre hors service	Nombre d'années d'utilisation
1	1 391	21,5	1 176	215	2
2	1 746	27	1 460	286	1,8
3	2 049	31,6	1 762	287	1,8
4	1 290	19,9	1 096	194	2,2
TOTAL	6 476	100	5 494	982	-

Tableau I (suite) Inventaire des D3E ménagers (par catégorie) produits à Douala

Catégories d'équipements	Moyenne EEE/ménage	Durée de vie théorique	Poids moyen des EEE (kg)	Taux de pénétration	Quantité de D3E/ménage/an (kg)	Quantité totale de D3E produits à Douala/an (t)
1	3,5	8	35	0,5	17,6	8 834,60
2	4,4	1,9	65	0,6	2,4	1 204,7
3	5,2	3,8	65	0,6	5,1	2 560,00
4	3,2	4	10	0,5	8,3	4 166,3
TOTAL	4,1	-	-	-	33,4	16 765,60

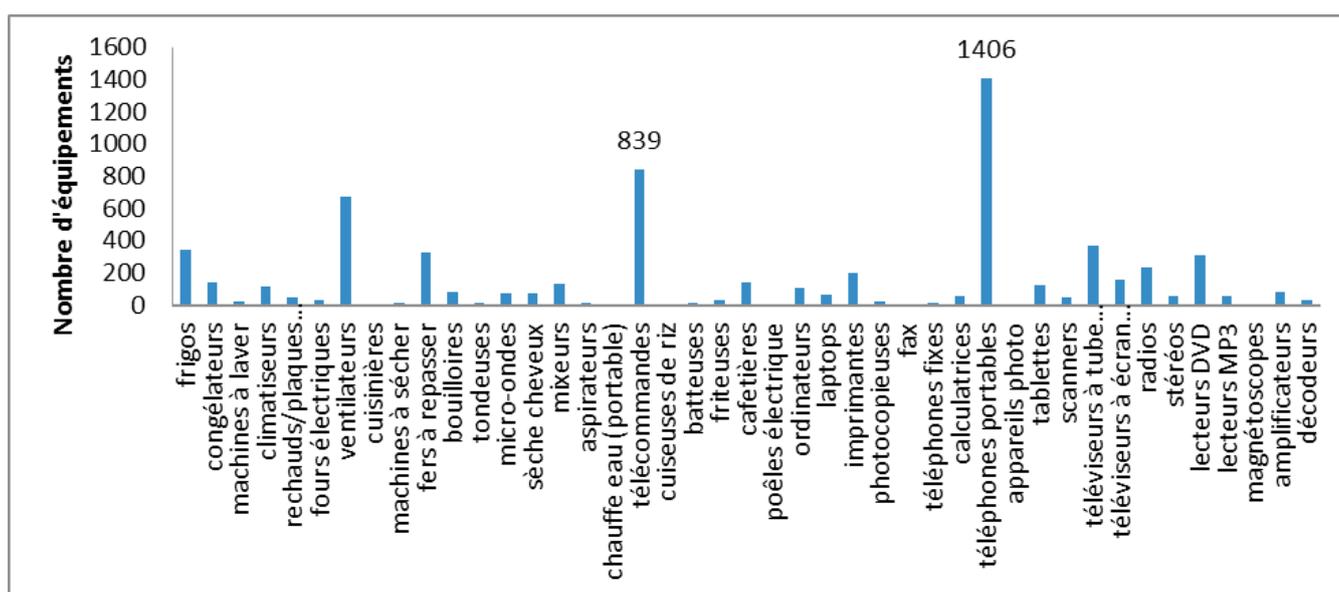


Figure I. Inventaire des types d'équipements électriques et électroniques ménagers à Douala

ménage, on trouve généralement autant de téléphones que de personnes adultes (et même parfois plus), alors qu'un seul téléviseur par exemple suffit pour la même famille, quelle que soit sa taille.

Hormis les téléphones portables, on constate que les télécommandes sont aussi fortement utilisées par les ménages, avec un total de 839 télécommandes observées dans l'échantillon, soit 2 télécommandes/ménage. Cela pourrait être dû au fait que la plupart d'équipements électroménagers fonctionnent avec des télécommandes (téléviseurs, lecteurs DVD/VCD, chaînes musicales, climatiseurs, etc.). La présence simultanée de plusieurs de ces équipements au sein des ménages engendre donc parallèlement la présence d'un grand nombre de télécommandes.

Les ventilateurs occupent la troisième place de l'inventaire, avec 670 ventilateurs. Ceci pourrait se justifier par les fortes températures observées à Douala, oscillant entre 24,8 et 27,5°C toute l'année (Communauté Urbaine de Douala, 2012), contraignant ainsi la plupart des ménages à l'usage des ventilateurs, surtout quand on sait que les climatiseurs sont beaucoup plus onéreux et donc hors de portée pour les ménages aux revenus modestes.

2.2. Evaluation de la gestion actuelle des D3E par les ménages de Douala

Dans cette section, l'on s'est intéressé d'une part à la proportion de ménages qui produisent les D3E à Douala, à l'évaluation de la connaissance des risques liés à ces déchets ainsi qu'au mode de leur rejet dans la nature. Les résultats sont présentés sur la figure 2 ci-dessous :

Au regard de cette figure, on se rend compte que tous les ménages enquêtés produisent les déchets électroniques sans exception. Ceci n'est pas surprenant quand on sait que les ampoules, les piles, les batteries, etc. (faisant partie intégrante des D3E) qui entrent dans les usages quotidiens des ménages arrivent plus ou moins rapidement en fin de vie. Par ailleurs,

77 % des répondants affirment avoir une connaissance des risques environnementaux et sanitaires liés aux D3E ou à leurs constituants. Pourtant, on remarque que pratiquement la même proportion des ménages (76 %) rejette ces déchets dans la nature en les mélangeant avec d'autres ordures ménagères. Ce constat pourrait se justifier par l'absence de sensibilisation des populations sur le tri des déchets, mais aussi et surtout par l'absence d'un système de collecte sélective de D3E, amenant ainsi les ménages à se débarrasser de ces déchets de la même manière que les ordures ménagères.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au regard des résultats d'enquêtes ci-dessus, on constate que les ménages de la ville de Douala produisent de grandes quantités de D3E chaque année, soit 16 755, 7 tonnes/an pour les 4 premières catégories. En sus, bien que 77 % des ménages enquêtés affirment avoir connaissance des risques liés à la mauvaise gestion des D3E, 76 % d'entre eux les rejettent quand même mélangés avec d'autres ordures ménagères, toute chose qui est de nature à accroître la pollution des écosystèmes et la contamination de l'Homme par les substances nocives contenues dans ces déchets. On peut donc affirmer que la gestion actuelle des D3E dans la ville de Douala n'est pas encore satisfaisante.

Au regard de ces réalités, nous recommandons vivement :

- D'organiser une sensibilisation régulière des ménages de la ville de Douala pour une prise de conscience en matière de rejet des D3E. En effet, une enquête menée à Douala en 2009 a montré que plus de 60 % des DEEE sont abandonnés sur place dans les quartiers par les usagers, les six principaux quartiers identifiés dans cette pratique étant Bonamoussadi, Ndokoti, Bonabéri, Village, Maképé, et New-Bell (Communauté Urbaine de Douala, 2009). La sensibilisation devra donc

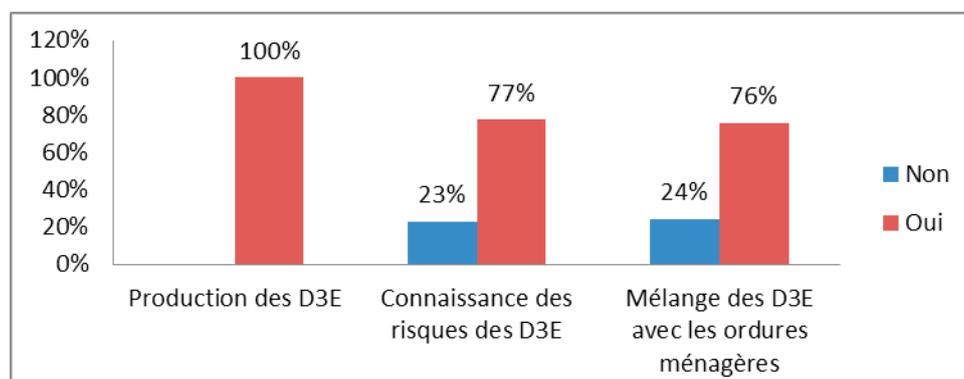


Figure 2. Production, connaissance des risques liés et mode de mode de rejet des D3E par les ménages de Douala

être bien plus accentuée dans ces quartiers, avec comme résultat attendu un changement positif des comportements des populations lors de l'élimination des D3E, notamment en effectuant le tri à la source. Ceci faciliterait la collecte sélective des D3E tout en réduisant la contamination environnementale par les substances dangereuses contenues dans ces déchets.

- De mettre sur pied un système de collecte sélective des D3E, ce qui permettrait aux ménages de se débarrasser aisément de leurs D3E préalablement triés ;
- De former des techniciens pour la valorisation des EEE en panne, ce qui permettrait de rallonger la durée de vie des équipements en panne tout en réduisant la quantité de déchets ultimes produits. Dans ce contexte, le reconditionnement d'équipements entiers devra primer sur les autres alternatives, mais il serait tout aussi important de former du personnel capable de valoriser d'autres fractions de D3E, notamment les plastiques et les verres. Le recyclage, le réemploi et la réutilisation sont des exemples d'une telle valorisation ;
- En attendant la construction et l'équipement d'un centre de traitement et de valorisation des D3E assorti d'un centre de stabilisation et d'élimination écologiquement rationnelle des déchets ultimes, nous proposons une meilleure organisation de la filière artisanale actuelle de valorisation des D3E pour un meilleur rendement avec moins d'impacts. En effet, une étude de la Communauté urbaine de Douala a montré que près de 1 650 tonnes de déchets métalliques (avec en bonne place les D3E) sont collectés et valorisés de manière artisanale et traditionnelle dans cette ville chaque année, les principaux sites de transformation étant les quartiers Makéa, Ngodi, Mabanda et Dakar (Communauté Urbaine de Douala, 2009). Etant donné que la valorisation des D3E par ce procédé ne s'intéresse actuellement qu'aux métaux, il apparaît donc évident qu'une meilleure organisation et un bon suivi de cette filière permettrait non seulement de mieux la contrôler, mais aussi d'augmenter le rendement de la matière récupérée, avec une cible de valorisation des D3E comprise entre 60 et 80 %. Ceci permettrait de générer des emplois car la filière traditionnelle actuelle génère à elle seule 309 emplois dont 286 emplois directs et 23 emplois indirects (Communauté Urbaine de Douala, 2009). Cette réorganisation pourrait également générer des revenus importants liés à la vente des métaux précieux (or et argent), des métaux ferreux et non ferreux (fer, cuivre, palladium, aluminium, zinc, etc.) ainsi que d'autres matières (verres et plastiques) prélevées des D3E.
- De veiller à l'application de l'arrêté conjoint 005/MINEDPDED/MINCOMMERCE en réglementant rigoureusement l'importation des EEE d'occasion, surtout ceux dont la fin de vie

est proche. Cette mesure pourrait fortement favoriser la réduction à la source étant donné que les importateurs de tels équipements se situent en bout de chaîne de la production des D3E. A défaut d'interdire les importations, on pourrait envisager une imposition spécifique à l'endroit des importateurs (conformément au principe pollueur-payeur), et utiliser les revenus récoltés pour amortir le coût de la gestion rationnelle des D3E.

Références bibliographiques

Agence de l'environnement et de maîtrise de l'énergie (2008). Etat de l'art des technologies de recyclage de certains DEEE : PAM, tubes cathodiques, cartes et composants électroniques, 170 p.

Arrêté conjoint N° 005/MINEDPDED/MINCOMMERCE (Ministère de l'environnement, de la protection de la nature et du développement durable et Ministère du Commerce) du 24 octobre 2012 fixant les conditions spécifiques de gestion des équipements électriques et électroniques ainsi que de l'élimination des déchets issus de ces équipements.

Banque mondiale (2010). Africa Development Indicators. Data. <http://data.worldbank.org/data-catalog/africa-development-indicators>.

Basel Action Network & Silicon Valley Toxics Coalition, Exporting Harm – The high-tech trashing of Asia, 2002

Bernard C. (2011). 9 conséquences sanitaires du commerce des déchets électriques et électroniques du Nord vers le Sud in *Santé internationale*, Presses de Sciences Politiques, pp : 157-167.

Bureau B & G, (1993). Analyse document Projet kt Wit-fr Bruinngood (Achtgrond-document). Rotterdam

Communauté Urbaine de Douala (2009). Etude de faisabilité sur les activités de valorisation des équipements d'équipements électriques et électroniques (DEEE) dans la ville de Douala, Rapport produit par le bureau d'études CIBLE, 52 p.

Communauté Urbaine De Douala (2012). Plan directeur d'urbanisme de Douala à l'horizon 2025, 238 p.

Définitions Marketing, l'Encyclopédie illustrée du marketing. « Définition : Taux de pénétration produit (panel) » [en ligne]. Disponible sur <http://www.definitions-marketing.com/definition/taux-de-penetration-produit-panel/>, consulté le 08/10/2016.

Flipo F. (2009). L'écologie des infrastructures numériques : un problème exemplaire. *Consommer autrement : la réforme écologique des modes de vie*, Harmattan, Sociologie et Environnement, pp : 163-176.

Hilty LM. (2008). Information Technology and Sustainability: Essays on the Relationships between Information Technology and Sustainable Development, Books on Demand, Norderstedt, 158 p.

Institut National de la Recherche et de sécurité (2005). Le point des connaissances ED5029 : Déchets d'équipements électriques et électroniques In Travail et Sécurité n° 649, Mars, 4 p.

Institut National de Statistique, (2008). Rapport principal de la troisième enquête camerounaise auprès des ménages (ECAM 3). « Condition de vie des populations et profil de pauvreté au Cameroun en 2007 », 97 p. (Accessible sur <http://nada.stat.cm/index.php/catalog/18>)

Institut National de la Statistique, 2010 [en ligne]. Disponible sur : <http://www.statistics-cameroon.org/news.php?id=100>, consulté le 09 mai 2014.

International Télécommunication Union, (2008). Base de données des indicateurs TIC/Télécommunication, Chronological Time Series 1960-2007. <http://www.itu.int/>

Kuehr R & Williams E. Computers and environment – Understanding and managing their impacts, Kluwer Academic Publishers, United nations University, 2003. DOI : <https://doi.org/10.1007/978-94-010-0033-8>

Lecler M.T., Zimmermann F., Chollot A., Silvente E. (2012). Risques chimiques dans les filières de traitement des DEEE. *Environnement Risques Santé*, volume 11 – numéro 5, Septembre 2012, 387 p.

Lembembe E.O. Impact sanitaire et environnemental des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) au Cameroun. In <http://tribune.tmp38.haisoft.net>, magazine *La Tribune du Citoyen*, [en ligne]. Disponible sur : tribune.tmp38.haisoft.net/index.php?option=com_content&view=article&id=258:impact-sanitaire-et-environnemental-des-dechets-dequipements-electriques-et-electroniques-deee-au-cameroun-&catid=4:developpement-local&Itemid=4, consulté le 19 mai 2014

Ministère des postes et télécommunication (2014). Etude de faisabilité technico-économiques et environnementale et pour l'élaboration des dossiers d'appels d'offres en vue de la mise en place d'un centre pilote de gestion des déchets des équipements électriques et électroniques (DEEE) au Cameroun. Rapport produit par l'ONG ERA-Cameroun, 158 p.

OCAD3E, 2014. « Traitement des DEEE en 2014 » [en ligne]. Disponible sur : <http://www.ecologic-france.com/actualites/12285-filiere-deee-chiffres-clefs-et-faits-marquants.html>, consulté le 08/10/2016.

ONU-Habitat : « L'état des villes africaines, 2010 » [en ligne]. Disponible sur : <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/535-fre-ed2010.pdf>, consulté le 17/05/2017

Parlement européen. Directive 2002/95/CE du 27 janvier 2003 relative aux substances dangereuses contenues dans les D3E dite directive RoHS, 13 p.

Planetoscope, Consoglobe : « Le nombre de kilos de déchets dans le monde » [en ligne]. Disponible sur : <https://www.planetoscope.com/dechets/363-production-de-dechets-dans-le-monde.html>, consulté le 17/05/2017.

Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2005). Les déchets électroniques, la face cachée de l'ascension des technologies de l'information et des communications, In Bulletin d'Alerte Environnementale, Janvier, 4 p.

PopulationData.net (2016). Atlas des populations du monde [en ligne]. Disponible sur <https://www.populationdata.net/pays/cameroun/>, consulté le 17/05/2017.

Pukett J. et Smith T. (2002). Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia, The Basel Action Network and Silicon Valley Toxics Coalition, 54 p.

Rogaume T. (2006). Guide des déchets : Réglementation, organisation, mise en œuvre, Ellipses, Paris, 220 p.

Savage M. (2006). Implementation of the Waste Electric and Electronic Equipment directive in EU 25. European Commission, Joint research centre, 104 p.

Schmidt C.W. (2006). Unfair trade - E-waste in Africa, *Environmental Health Perspectives* 114: A232-A235. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1440802/>

Secrétariat de la Convention de Bâle (2012). DEEE en Afrique : Etat des lieux. Résultats du programme E-waste Africa de la Convention de Bâle, 51 p.