



Que deviennent nos déchets électroniques ?

Brochure réalisée par Romain Gelin
Dans le cadre de la Quinzaine de la Solidarité
Ed. resp. Bruno Bauraind, c/o Gresea.
D/4307/2016/1
info@gresea.be - www.gresea.be
www.mirador-multinationales.be



Les métaux sont indispensables à la fabrication de nombreux produits de notre quotidien. Les équipements électriques et électroniques (EEE) : électroménager (lave-linge, TV, four...), technologies numériques, informatiques (GSM, ordinateurs, tablettes...) sont d'importants consommateurs de métaux. Le cheminement de ces matériaux épouse celui des chaînes d'approvisionnement mondialisées : de la mine à la raffinerie et de l'usine aux étals de nos magasins. Une fois le produit en fin de vie, le consommateur final s'en débarrasse. Les déchets des équipements électriques et électroniques (DEEE ou D3E) vont alors suivre plusieurs trajectoires: réutilisation, recyclage, mise en décharge, exportation... À ce jour, seul un tiers des DEEE européens sont traités via des filières officielles de recyclage.

Cette brochure vise à retracer le cycle de vie des métaux contenus dans les EEE, de la mine à l'usine et de l'utilisateur final à la mise au rebut des produits, en mettant en lumière les enjeux liés à chaque étape, pour finalement réfléchir à des pistes d'alternatives.

1. Cycle de vie et chaînes d'approvisionnement

De la mine au produit fini

La **production** annuelle mondiale de minerai dépasse les 2 milliards de tonnes et se compose à 90% de fer. Les autres métaux les plus utilisés (métaux industriels) sont l'aluminium, le chrome, le cuivre, le manganèse et le zinc (entre 1 et 45 millions de tonnes par an). Viennent ensuite les «petits» métaux (étain, cobalt, cadmium...) et les terres rares (Yttrium, europium, dysprosium...) dont la production est inférieure au million de tonnes. Enfin, les métaux précieux (or, argent, platine...) ne sont produits qu'à quelques centaines de tonnes. L'activité minière est cause de nombreuses **nuisances environnementales** (pollution des eaux, des sols, de l'air, déboisement) mais aussi **économiques** (évasion fiscale, dépendance aux matières premières, compétition avec d'autres activités comme l'agriculture...) et **sociales** (accaparement de terres, déplacements de populations, conditions de travail et de sécurité déplorable dans l'artisanat...). Nombre de métaux contenus dans les EEE (cobalt,



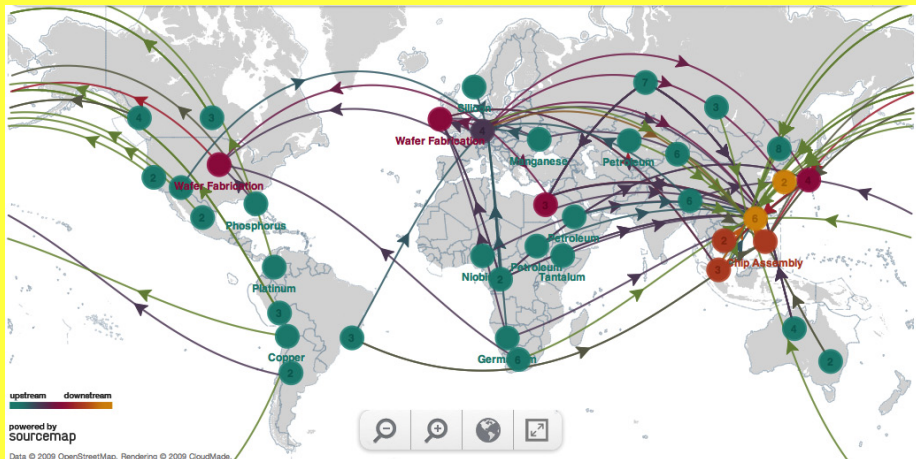
Chuquibambá à Calama, Chili. Photo: Raf Custers, 2014.

col-tan, étain, ...) proviennent de pays en développement et/ou de Chine (terres rares). L'Europe est dépendante de l'extérieur à 90% pour ses importations en métaux. Pour les métaux rares, ou précieux, les taux frôlent les 100%.

Le minerai subit plusieurs **opérations** pour être purifié, transformé en métal puis en **matière première** (fil, lingot, granules, tôle...) nécessaire aux industries. Cette phase est également source de pollutions (utilisation de produits chimiques, solvants...). Les industries minéralurgiques et métallurgiques sont d'importants consommateurs d'eau, et d'énergie: l'extraction, le transport, et le raffinage des métaux représentent 8 à 10% de la consommation d'énergie primaire mondiale, 1/3 de la flotte maritime mondiale¹, et est responsable de 8 à 10% des émissions de CO2...

Les matières premières et les composants ainsi fabriqués font ensuite l'objet d'un **commerce** international à travers les **chaines d'approvisionnement mondialisées**. (Voir l'exemple du PC portable)

Figure 1 - chaîne d'approvisionnement d'un PC portable (free.sourcemap.com)



Après traitement, les matières premières voyagent vers les **sites de production et d'assemblage**. Les 5 entreprises du **secteur électronique** réalisant le plus de chiffres d'affaires sont toutes originaires de pays (Chine, Corée, États-Unis) où les conventions de l'OIT² sur la liberté syndicale et le droit de négocier collectivement n'ont pas été ratifiées.

1. Bihouix, Quel futur pour les métaux ?, 2011

2. Organisation internationale du travail

Pour l'électronique, la Chine a traditionnellement été l'«usine du monde». Depuis plusieurs années, les multinationales du secteur délocalisent les productions où les salaires sont les plus bas (Malaisie, Indonésie, Inde, Philippines...). Ainsi, 2/3 des téléviseurs produits dans le monde, les ¾ des GPS, 86% des GSM et près de 100% des appareils photo numériques proviennent d'usines situées en Asie³.

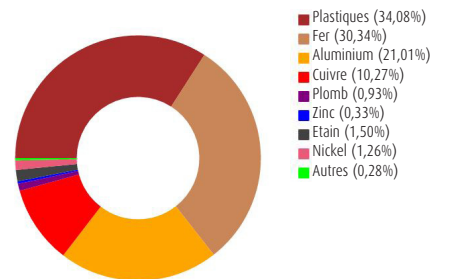
Consommation électronique et DEEE

En trente ans, le **nombre de métaux utilisés dans l'industrie a doublé**. Cela est largement dû aux nouvelles technologies. Les matériaux employés disposent de propriétés toutes particulières (optique, mécanique, magnétique...) permettant la miniaturisation des produits, la fabrication d'écrans plats ou d'aimants permanents par exemple. Un **ordinateur ou un smartphone contient entre 40 et 60 matériaux différents** (dont certains présents en quantités infimes, voir schéma ci-contre).

La consommation d'EEE connaît de fortes disparités selon les régions. Les pays riches (Amérique du Nord, Europe, Japon) connaissent les taux d'équipement en ordinateurs les plus élevés. Plus de 80% des ménages en sont équipés; moins de 10% pour les ménages africains. Pour les GSM, les écarts sont moindres. Hormis dans les PMA où l'on ne compte que 56 abonnements pour 100 personnes- avec là encore d'importantes disparités -, on observe des indicateurs supérieurs à 100 abonnements pour 100 personnes pour le reste du monde. Les taux d'équipement en biens électroménagers voient des disparités encore plus grandes entre pays aisés et pauvres que pour les PC et les GSM.

En termes de consommation de métaux par habitant, les pays riches surpassent donc le reste du monde, bien que le poids croissant des émergents, et la part importante de la population mondiale qu'ils représentent aient fait de ces derniers d'importants consommateurs. Les pays occidentaux consomment dix fois plus de fer et de cuivre que les pays en développement⁴. À cette (sur)consommation

Contenu d'un PC fixe
(en % du poids de chaque matériau)



Autres (0,19%): Germanium, Gallium, Baryum, Tantal, Indium, Vanadium, Terbium, Beryllium, Europium, Titane, Ruthénium, Cobalt, palladium, manganèse, argent, Antimoine, Bismuth, Chrome, Cadmium, sélénium, niobium, Yttrium, or, rhodium, platine, mercure, arsenic.

Source: UNEP 2013.

3. «Industrie de l'électronique. Syndiquer et se battre contre l'emploi précaire», Dan Matsuzaki, Global worker, Industriall. Mai 2015.

4. Jébrak, M., Quels métaux pour demain ? Les enjeux des ressources minérales. Dunod, 2015

correspond une (sur)**production de déchets**. Dans le monde, en 2014, 41,8 millions de tonnes de DEEE ont été produites, soit une moyenne 5,9 kg par habitant contre 5 kg en 2010. Les estimations tablent sur un volume de DEEE de 6,7 kg/hab en 2018.

Les disparités entre régions sont là encore importantes. **Un Européen produit annuellement 15,6kg de DEEE.**

Un habitant d' Océanie engendre en moyenne 15,2kg de déchets, tandis que le seuil de 20Kg/habitant est atteint aux États-Unis et au Canada. La production moyenne de DEEE par habitant est de 12,2kg en Amérique (sud et nord compris), elle chute à 3,7 kg pour un Asiatique et seulement 1,7kg pour un Africain: 10 fois moins qu'un Européen ou un Américain. Si l'ensemble de la planète atteignait les niveaux de consommation des pays de l'OCDE, les besoins mondiaux en métaux devraient être entre 3 et 9 fois supérieurs à leur niveau actuel⁵; au niveau de consommation des États-Unis, il faudrait extraire chaque année l'ensemble des réserves connues⁶!

Type de DEEE	Quantité produite en 2014 (en millions de tonnes)*
Lampes, ampoules	1
Écrans	6,3
Petit électronique (GSM, calculatrice de poche, PC, imprimante...)	3
Petits équipements (aspirateur, micro-onde, grille-pain, rasoirs, caméras...)	12,8
Grands équipements (lave-linge, sèche-linge, cuisinière, panneau photovoltaïque...)	11,8
Équipement de refroidissement et congélation (réfrigérateur, congélateur, climatisation...)	7
Total	41,8

*Données: Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. (2015), The global e-waste monitor - 2014, United Nations, University, IAS - SCYCLE, Bonn, Germany.

Déchets dangereux

Les DEEE sont classés parmi les déchets dangereux, car ils contiennent des **métaux lourds** (mercure, plomb...) ou des **produits chimiques** (gaz, produits ignifuges, perturbateurs endocriniens, etc.). Ils nécessitent de ce fait un traitement particulier. Sur la soixantaine d'éléments présents dans les EEE, beaucoup sont techniquement recyclables ou réutilisables, mais pas nécessairement à des ni-

5. UNEP (2013) Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure, A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel.

6. Jébrak (2015), op.cit.

veaux économiquement rentables.

Les «**mines urbaines**» (décharges, fonds de tiroirs...) représentent un potentiel non négligeable. En 2014, on estime que les DEEE présents dans des décharges contenaient 300 tonnes d'or, soit près de 10% de la production annuelle mondiale.

Plus de 80.000 tonnes de matériaux issus de ces gisements ont été remises sur le marché mondial en 2015. Ces quantités sont insuffisantes pour assurer nos besoins au niveau de consommation actuel mais peuvent permettre de réduire pour partie la dépendance aux approvisionnements extérieurs et contribuer à réduire les activités extractives. Les données précises sur ces gisements urbains sont rares.

Les fabricants des produits finaux, qui ne sont souvent que des assembleurs, ne connaissent pas toujours précisément la teneur en métal pour un composant donné. Les quantités contenues étant généralement faibles, de l'ordre de quelques grammes, il est difficile d'identifier toutes les matières présentes dans un appareil électronique afin de mettre en œuvre la collecte et le recyclage les plus adéquats.

2. Les différents scénarios de la fin de vie des DEEE

Les DEEE suivent des parcours différents selon le traitement que l'utilisateur final va lui réserver.

1. Collecte officielle

Des **organismes agréés** (Recupel en Belgique) collectent les DEEE, ceux-ci sont triés puis envoyés dans des centres de recyclage appropriés. Entre 35 et 40% de DEEE sont collectés de la sorte en Europe, 12% aux USA et Canada, 1% en Australie, 28% en Chine et 24% au Japon. Les **objectifs européens** visent la collecte de 45% des DEEE (en poids) dès 2016 et 65%⁷ en 2019. Si les déchets correctement collectés sont dépollués et quasi intégralement recyclés, la majeure partie de nos DEEE ne fait toujours pas l'objet d'une collecte officielle. Ils entrent donc dans l'un des scénarios suivants.



7. Il s'agit de pourcentage du poids moyen d'EEE vendu dans le pays au cours des trois dernières années.

2. Les DEEE sont jetés dans les ordures ménagères

Une partie des DEEE est jetée en même temps que les **ordures ménagères**. Ils finissent enfouis dans des décharges ou incinérés, faute de tri. Les petits équipements comme les clés USB, les ampoules et téléphones sont les plus souvent jetés au tout-venant. En Europe, près de 8% des DEEE connaissent ce destin. L'incinération de ces déchets ou l'enfouissement sont également cause de pollutions (émanations de métaux lourds et de produits chimiques dans l'air et /ou les sols).



3. Collecte hors des circuits officiels

Un autre scénario de gestion des DEEE est celui de la **collecte, hors des circuits officiels**, par des « ferrailleurs » ou entreprises. Certains de ces déchets sont traités correctement, d'autres, exportés frauduleusement. Les statistiques pour ce scénario ne sont, par définition, pas officielles. La collecte informelle concerne surtout les appareils de modification de la température (climatiseurs, réfrigérateurs), les grands équipements (souvent électroménager) et les écrans récupérés lors de dépôts de rue. Une partie de ces équipements est réparée pour revente dans les circuits de seconde main, sur place ou à l'export. Une partie de ces DEEE sont démontés pour en récupérer les matériaux de valeurs. Le reste n'est pas traité correctement.



4. Commerce illégal des DEEE

Le dernier scénario est celui de l'**exportation illégale** des DEEE vers les Pays en Développement (PED), principalement en **Afrique de l'Ouest, en Inde ou en Chine**. Ceux-ci font l'objet d'un recyclage, souvent sauvage, à l'origine de nuisances pour l'environnement et la santé humaine (démantèlement manuel, sans équipement adéquat, incinération en plein air, rejet de résidus à ciel ouvert...). Ces pratiques ont été observées dans pratiquement tous les pays africains et asiatiques importateurs de DEEE. Ces activités informelles fournissent néanmoins des revenus à plusieurs dizaines de milliers de personnes, au Ghana et au Nigéria notamment. Les matériaux récupérés sont ensuite revendus à l'industrie locale (sidérurgie, fonderie) ou à des raffineurs na-



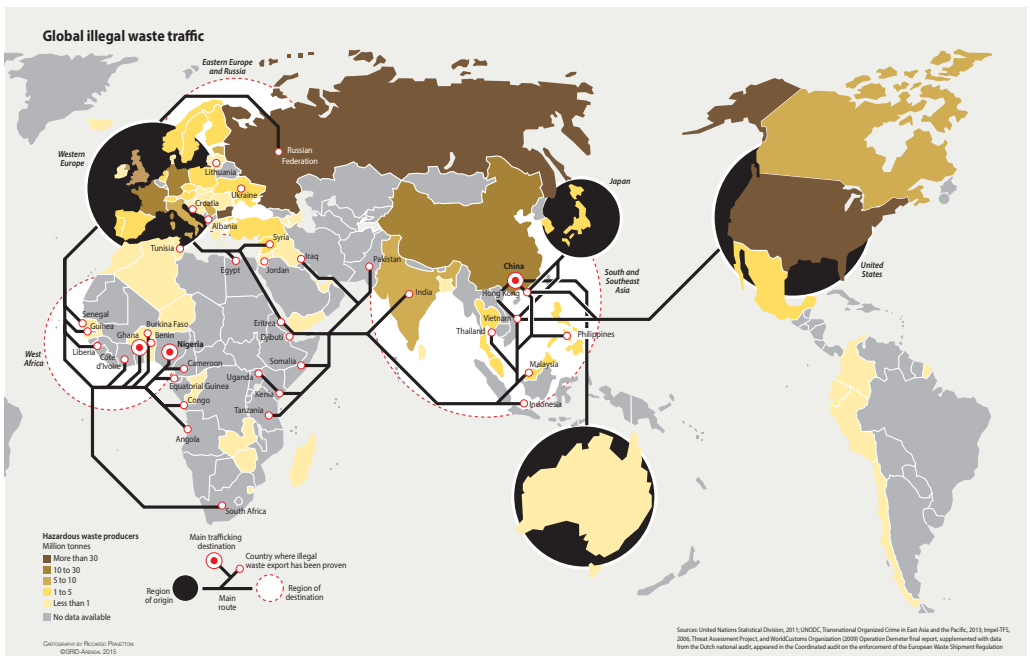


Figure 2: Le trafic illégal des déchets - Riccardo Pravettoni, GRID-Arendal

tionaux et internationaux. Au Ghana, on estime que 70% des importations d'EEE sont constitués de matériel usagé (dont un tiers de DEEE illégalement exporté)⁸. Les appareils irréparables représentaient un volume d'environ 40.000 tonnes dans le pays en 2010⁹.

Ce type de recyclage informel est par ailleurs tout à fait inefficace en termes de récupération des ressources puisqu'une partie des matériaux n'est pas correctement triée, séparée et traitée avec des techniques adaptées. L'acier, l'aluminium et le cuivre sont les principales ressources récupérées, les autres métaux sont souvent perdus (fondus avec des ferrailles) ou réexportés vers l'Asie (cartes mères, circuits imprimés notamment) à des prix souvent inférieurs à ceux des marchés mondiaux.

Le commerce illégal des déchets pourrait représenter jusqu'à 1% du commerce mondial. En Europe, on estime que seuls 35% des DEEE (3,3 millions de tonnes) suivent les filières de recyclage et de traitement officielles. Le reste est (i) exporté illégalement hors UE (16%), soit un volume annuel de plus de 500.000 tonnes (ii) recyclé dans des conditions non conformes (iii) ou exporté au sein de l'UE

8. DEEE en Afrique : Etta des lieux, 2012, Secrétariat de la convention de Bâle

9. Ibid.

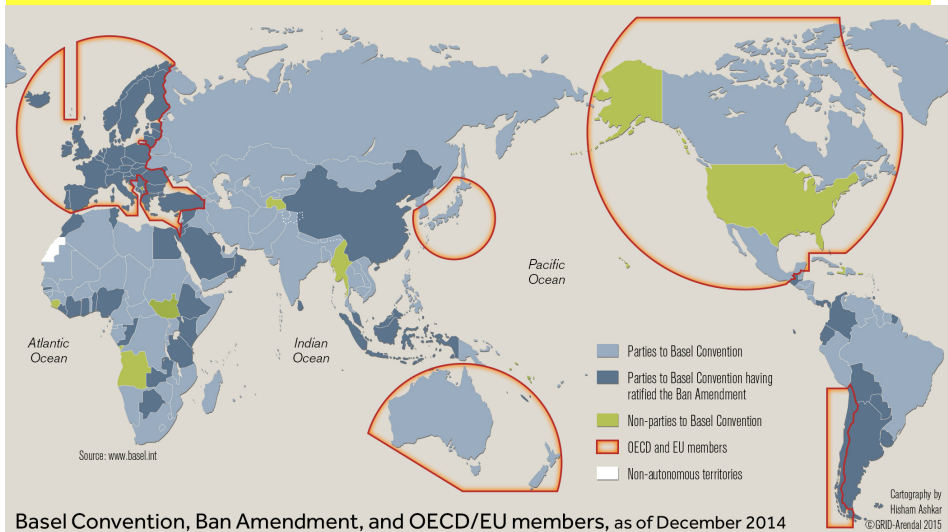
(33%), (iv) récupéré pour revente des parties de valeur (8%) ou (v) simplement jeté dans les ordures ménagères (8%).

L'UE exporte 10 fois plus de DEEE illégalement que de manière réglementée, selon Interpol.

Règlementation internationale: la Convention de Bâle

Au niveau international, la **Convention de Bâle** (sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination) régit les exportations de déchets et les procédures selon lesquelles ceux-ci peuvent s'échanger. Le «Ban amendement» (voir carte ci-dessous) a été ajouté à la convention en 1994 et s'est concrétisé par la signature de plusieurs conventions régionales, dont celle de Bamako pour les pays africains. **L'exportation de déchets dangereux est ainsi bannie, sauf pour le recyclage.** Les autres types de déchets dangereux sont les déchets dangereux ménagers, industriels, liés aux activités de soin (médicaments, peintures, huiles...) et les déchets radioactifs. La convention a été signée par 166 États. Les États-Unis, premiers producteurs de DEEE au monde, Haïti et l'Afghanistan ne l'ont pas ratifiée. Outre les pays non signataires, certains États n'ont pas ratifié le «Ban Amendement», pas transposé la convention dans leur droit national ou ne l'appliquent que partiellement.

Le commerce illégal représente donc une part importante des DEEE produits en Europe.



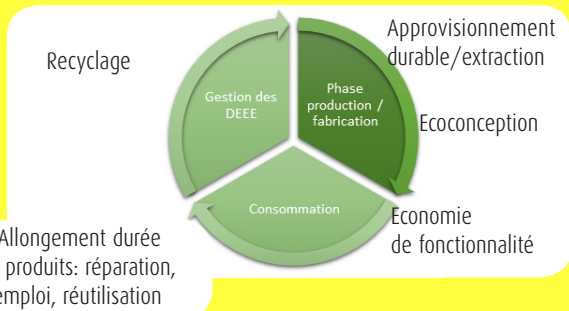
Basel Convention, Ban Amendment, and OECD/EU members, as of December 2014

Figure 3: Basel Convention, Ban Amendment, and OECD/EU Members, as of December 2014, Hisham H. Ashkar, GRID-Arendal

Ces filières débutent dès la collecte. Des réseaux informels se chargent en Europe de récupérer les déchets, afin de capter les pièces à plus grande valeur. Ce qui est commercialement exportable vers les PED est ensuite acheminé, le plus souvent par voie maritime. Des porte-conteneurs au départ de ports européens (Rotterdam, Anvers...), prennent chaque jour la destination de l'Afrique de l'ouest, de l'Inde ou de la Chine. L'utilisation de fausses déclarations (faire passer un DEEE pour produit de seconde main, un objet personnel...), la corruption et le fait que les effectifs douaniers ne soient pas suffisants facilitent ce commerce illégal. Les pays d'accueil des DEEE ne contrôlent pas suffisamment les bateaux débarquant sur leurs côtes et n'ont généralement pas les moyens (ni la volonté pour certains pays forts demandeurs de matières premières) de contrôler tous les flux de marchandises sur leur territoire. La grande majorité des déchets qui arrivent en Afrique de l'Ouest provient d'Europe malgré une progression des déchets en provenance d'Asie. La forte demande d'équipement électronique bon marché, et de seconde main, de même que le traitement informel des DEEE à bas coût font de l'Afrique de l'Ouest l'une des destinations les plus prisées pour l'exportation des déchets électroniques.

3- Le recyclage et l'économie circulaire comme alternatives

Des solutions alternatives existent cependant pour atténuer les effets néfastes de la mauvaise gestion des DEEE. L'économie circulaire semble être une des voies à suivre. Elle consiste, à chaque étape du cycle de vie d'un produit, à mettre en œuvre les meilleures pratiques afin de réduire l'impact de nos modes de vie sur l'environnement.



L'**extraction minière** est une activité polluante par essence. Bien que des point pour en atténuer les effets, celle-ci demeure néfaste pour l'environnement.

techniques soient mises au

La première étape sur laquelle il est important d'agir est la conception du produit. L'**écoconception** consiste, lors de la fabrication du produit, à limiter la quantité de matière contenue, la consommation d'énergie, à faire en sorte que les matériaux soient facilement récupérables, réutilisables, etc.

Lors de la consommation, l'**économie de fonctionnalité** (remplacer l'achat d'un bien par un service de location) peut permettre de réduire notre demande. Par exemple: vélos en libre-service, laveries publiques, location de vêtement, de matériel d'outillage...

L'étape suivante consiste à **allonger** au maximum **la durée de vie du produit**: en le réparant (ex: repair cafés), en le réutilisant pour sa fonction première ou en le réemployant pour une autre fonction. Lorsqu'il n'est pas ou plus possible de réparer ou réutiliser le produit, celui-ci peut être recyclé. On notera l'importance de la phase d'écoconception au moment du recyclage. Il va permettre d'atteindre des meilleurs taux de récupération des matériaux.

Le **recyclage** est une opération coûteuse en énergie et doit donc être la dernière option choisie pour le traitement d'un produit, après toutes les formes de réutilisation.

Les taux de recyclage stagnent ces dernières années, particulièrement pour les produits électroniques (GSM, ordinateurs) : ceux dont les quantités de déchets croissent le plus vite. La miniaturisation des appareils, le développement de nouveaux équipements tels les batteries de vélos sont également des préoccupations naissantes, tant en termes de collecte que de recyclage efficace.

Pour les métaux industriels, les taux de récupération dépassent généralement les 50%.

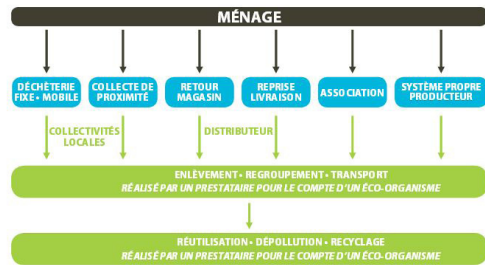


Figure 4: tiré de «Le don de matériel, un cadeau empoisonné», novembre 2010. CF2D, Enda.

Recyclage: facteurs techniques et économiques

- Consommation d'énergie et coûts liés
- Certains matériaux (alliages contenant plusieurs métaux, utilisés en quantité infime) ne sont pas recyclables correctement
- Perte (1 à 2%) et problème techniques (le recyclage de certains matériaux n'est pas complètement au point)
- Difficulté de mettre en place des filières pour certains matériaux (il existe plusieurs milliers d'alliages de nickel ou d'aluminium par ex.)
- Usages dispersifs (pigments, poudres, additifs, encres) pour lesquels le recyclage n'est pas possible
- Problèmes des débouchés et des prix des matières recyclées
- Qualité et prix des matières recyclées pas toujours équivalents à ceux des matières vierges

Lorsqu'il s'agit de métaux rares, les taux ne dépassent pas quelques pour cent¹⁰.

Les alliages contenant plusieurs métaux, les usages dispersifs, l'utilisation de métaux en quantités infimes, la collecte imparfaite, ainsi que les limites actuelles de la technique expliquent pour partie les faibles taux observés.

En l'absence d'un traitement adéquat, les minéraux extraits des mines, ne servent alors qu'une fois et finissent le plus souvent incinérés, enfouis, ou fondus avec d'autres matériaux. De plus, la récupération des matériaux contenus dans les EEE ne peut s'effectuer qu'au bout de quelques années, le temps de l'utilisation du produit par le consommateur.

Dans l'optique d'un système économique en croissance, un recyclage imparfait et des taux de récupération de plusieurs années ne permettent pas de se passer de l'extraction minière, pourtant cause de nombreuses externalités négatives. On récupérera en effet toujours moins de matériaux que ce que l'on consomme: une situation intenable à long terme et incompatible avec toute notion de développement durable.

Pistes pour la gestion des DEEE au Nord

- Respect de la convention de Bâle
- Améliorer les filières de collecte
- Économie circulaire
- Imposer l'allongement des durées de garanties des EEE, sanctionner l'obsolescence programmée
- Imposer des standards d'écoconception robustes
- Utiliser des technologies moins consommatrices de métaux
- Décroissance, réduction de la consommation

Pistes pour la gestion des DEEE au Sud

- Respect de la convention de Bâle
- Améliorer, formaliser les filières de gestion des DEEE
- Transferts de technologie pour permettre un traitement des matières sur place (et pas les réexporter au Nord), puis un recyclage
- Équipements pour traiter les DEEE
- Opportunités en termes de formation, d'emploi et d'accès aux EEE au Sud

10. UNEP (2011), Recycling rates of metals, A status report.