

# Impact environnemental des DEEE

Emmanuelle Frenoux,  
EcoInfo, LIMSI-CNRS, Polytech Paris-Saclay  
[Emmanuelle.Frenoux@limsi.fr](mailto:Emmanuelle.Frenoux@limsi.fr)



# Quelques définitions (1/2)...

---

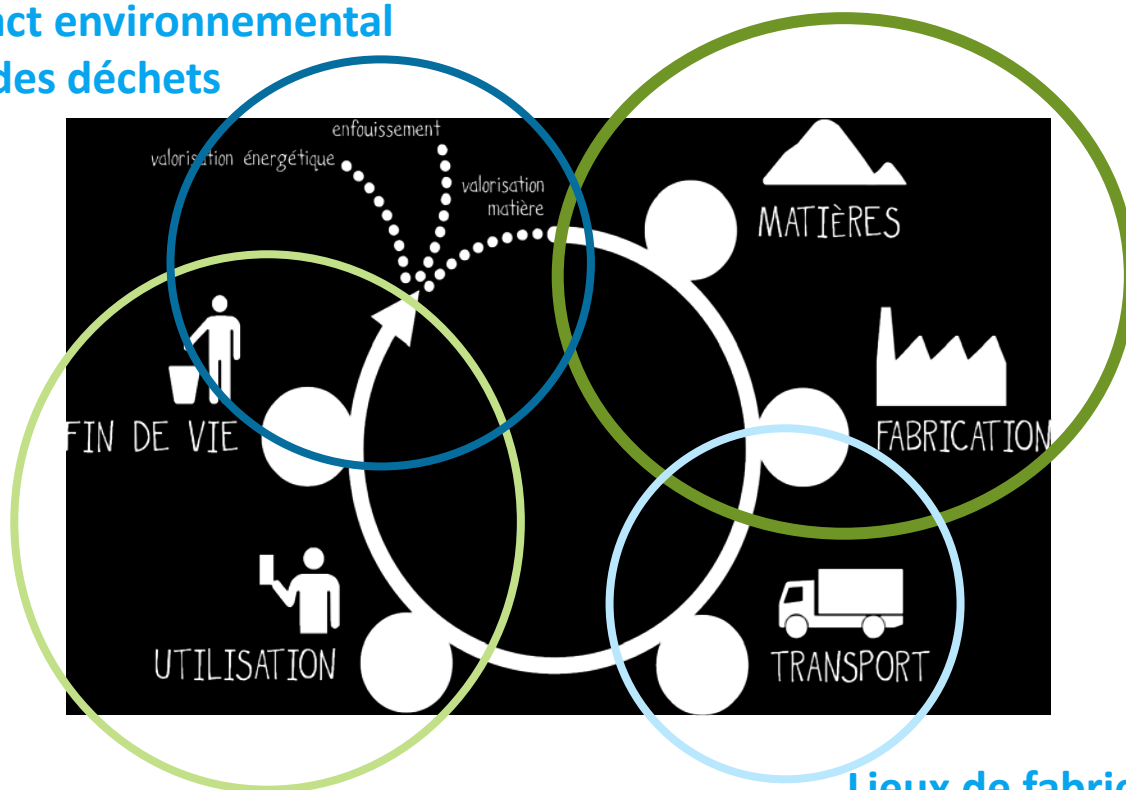
**TIC** : Technologies de l'information et de la communication techniques de l'informatique, de l'audiovisuel, des multimédias, d'Internet et des télécommunications permettant de communiquer, accéder aux sources d'information, stocker, manipuler, produire et de transmettre l'information sous différentes formes.

- Équipements terminaux (PC, laptop, tablette, smartphone, ...)
- écrans
- serveurs et leur environnement (Datacentres)
- équipements réseaux passifs et actifs (filaire, WIFI, GSM, xG, ...)
- TV, TV connectées
- IOT, Numérique embarqué (véhicules etc.)

Source : Wikipedia

# Analyse du Cycle de vie et TIC

**Fort impact environnemental  
des déchets**



**Impact de  
l'extraction des  
matières premières  
et des procédés de  
fabrication**

**L'usage conditionne la consommation  
Les programmes influencent la consommation**

**Lieux de fabrication ?  
Lieux de consommation ?**

# Dernière partie du cycle...

---

- Collecte des matériels usagés ou obsolètes
- tri
- Dépollution, démantèlement
- Export et enfouissement des déchets
- Traitements chimiques et thermiques

---

Petit EEE deviendra grand DEEE...

# Équipements Électriques et Électroniques (EEE)...

---

De plus en plus utilisés dans les transports, la santé, les systèmes de sécurité, la génération d'énergie...

Mais aussi dans l'IoT (capteurs et autres) pour le “smart”...

Plus il y a d'EEE, plus il y a de DEEE...

# DEEE, définition...

---

- DEEE : Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques.  
*WEEE : Waste Electronic and Electrical Equipment.*
- Selon l'ADEME, il y a 7 catégories de DEEE depuis août 2018 :
  - Équipements d'échange thermique
  - Écrans, moniteurs, équipements comprenant des écrans d'une surface supérieure à 100cm<sup>2</sup>
  - Lampes
  - Gros équipements (plus de 2 tonnes)
  - Petits équipements (pas trop petits tout de même)
  - Petits équipements informatiques et de télécommunications
  - Panneaux photovoltaïques
  - Attention : composants et consommables électroniques exclus !

# Évolution de la quantité de DEEE

Petit cours de conversion...

44.7 millions de tonnes  
= 4500 tours Eiffel



2014

+20,6%



2019

+39,3%



2030

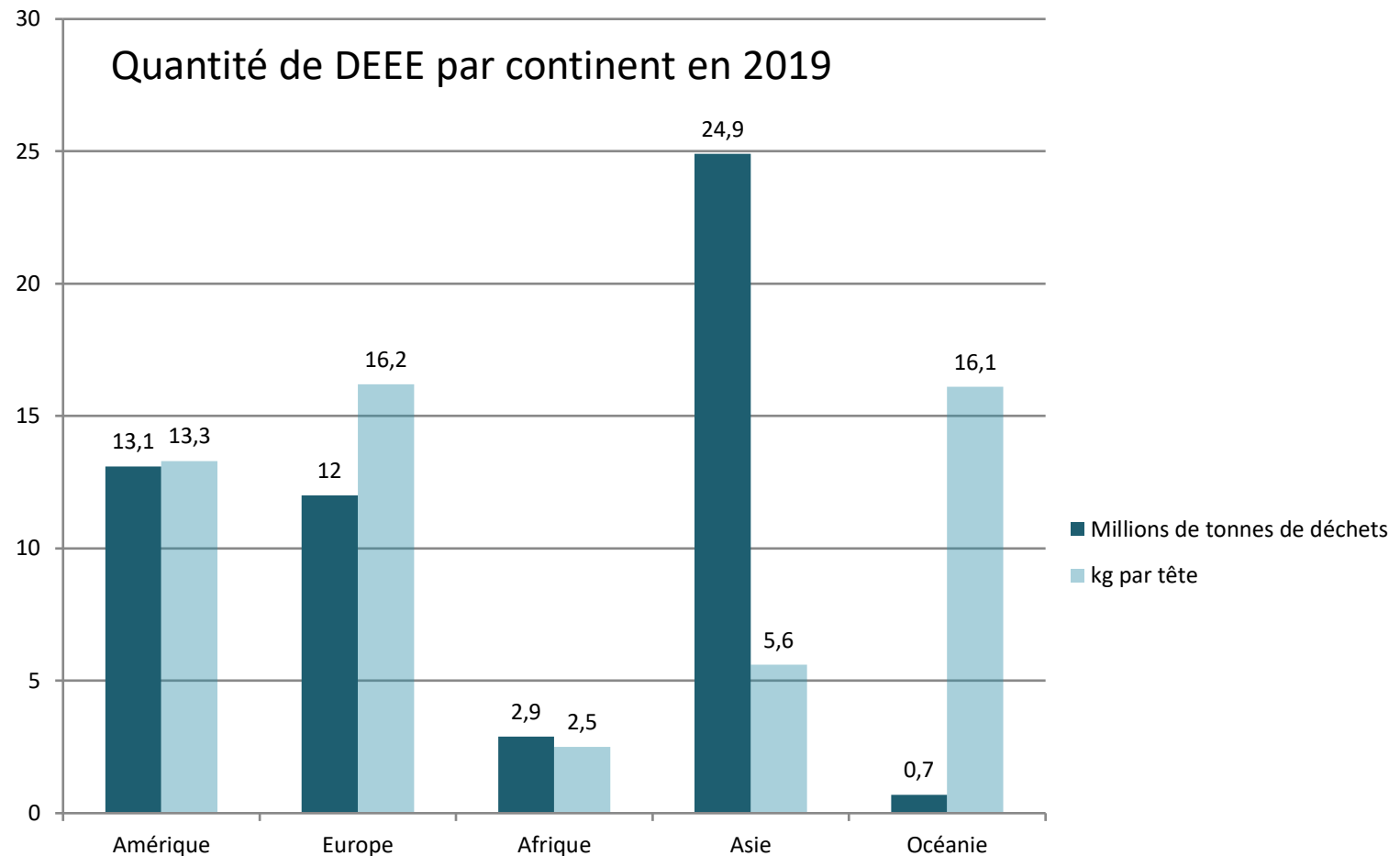
Source : Global E-waste Monitor 2020, <http://ewastemonitor.info/>

11/12/2020

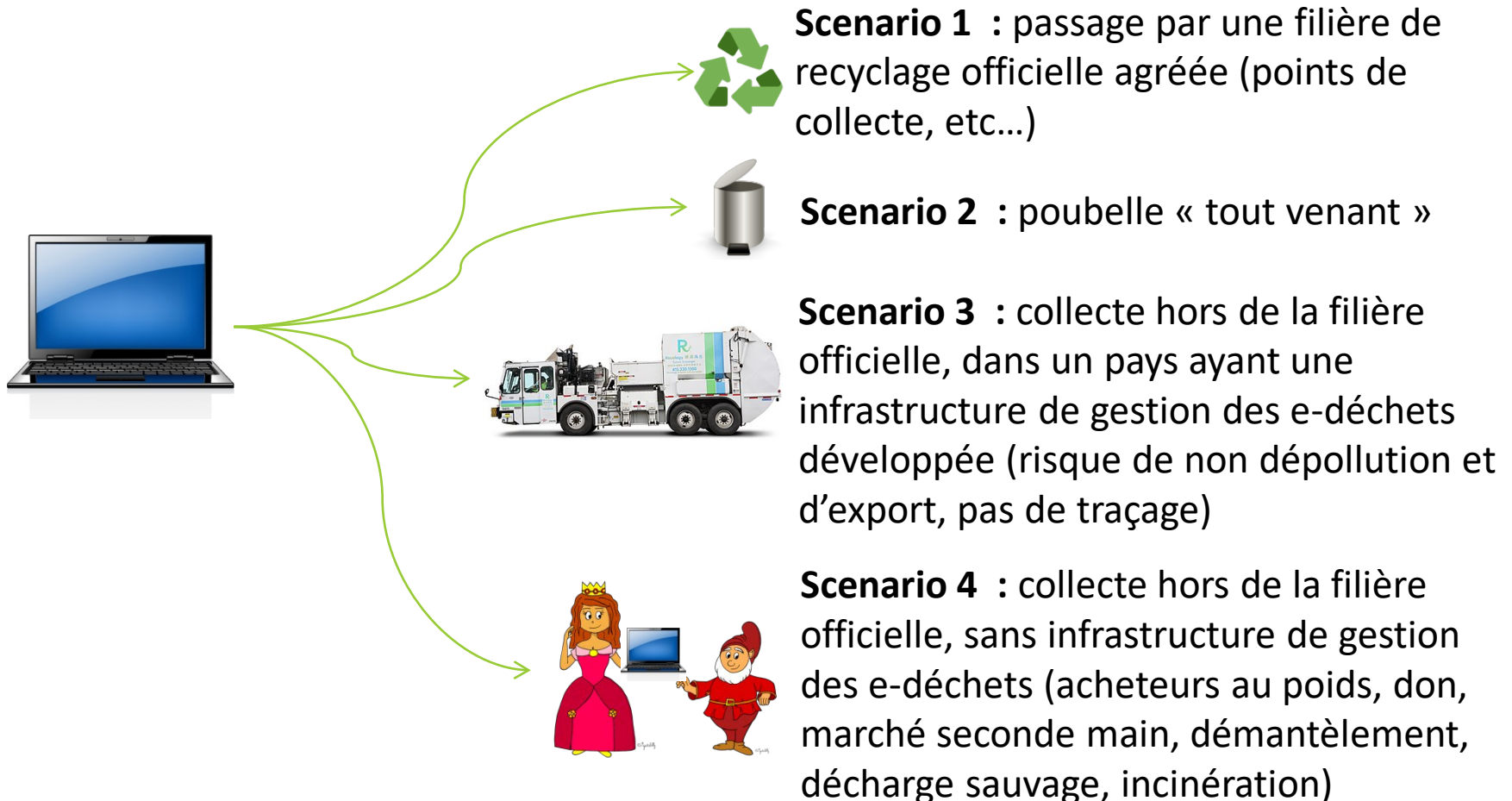
Forti, Baldé, Khuer *et al*



# D'où viennent tous ces DEEE ?



# Que se passe-t-il pour ces déchets ?

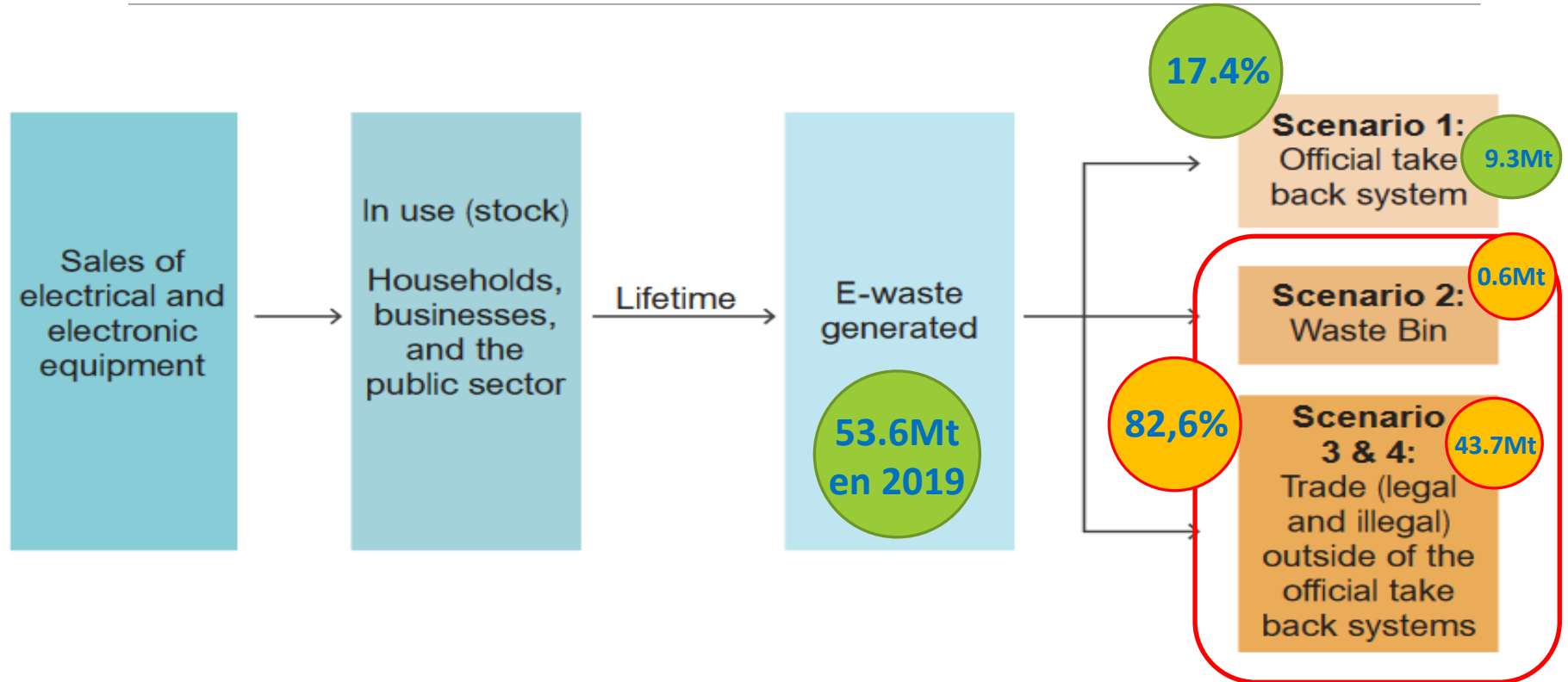


# Question...

---

D'après-vous, quelle est la proportion des DEEE qui finit dans une filière de recyclage adaptée ?

# Taux de collecte des déchets électroniques



Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. (2015),  
The global e-waste monitor – 2014, United Nations University,  
IAS – SCYCLE, Bonn, Germany. Dernière mise à jour : 2020

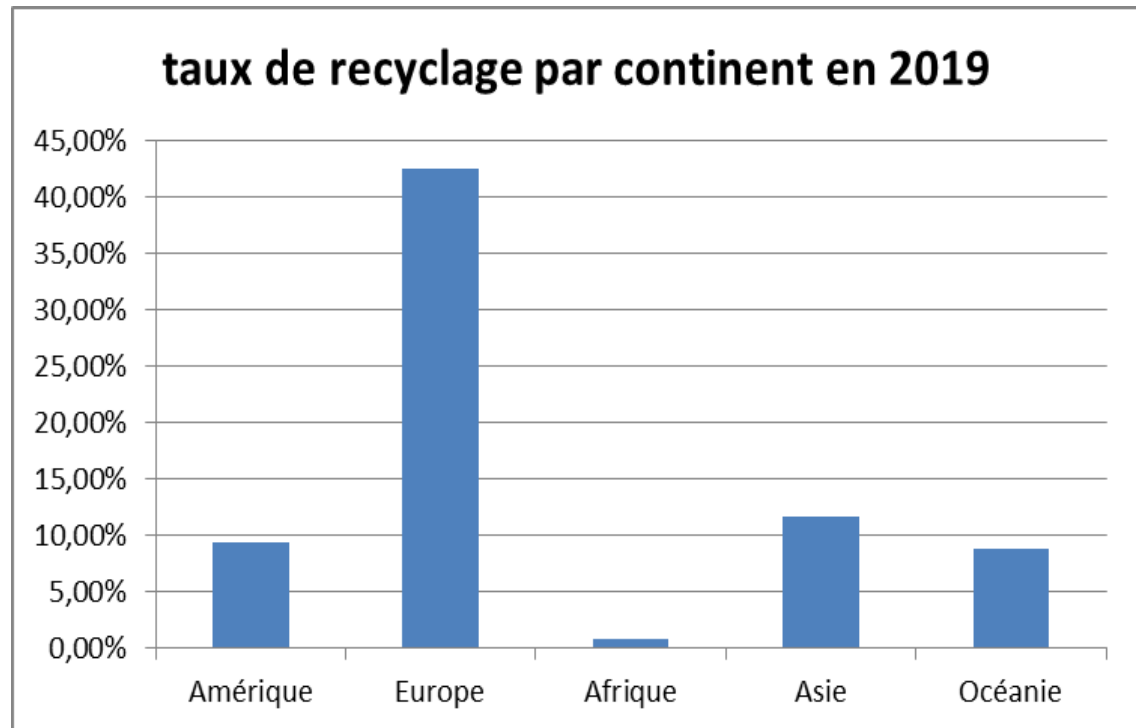
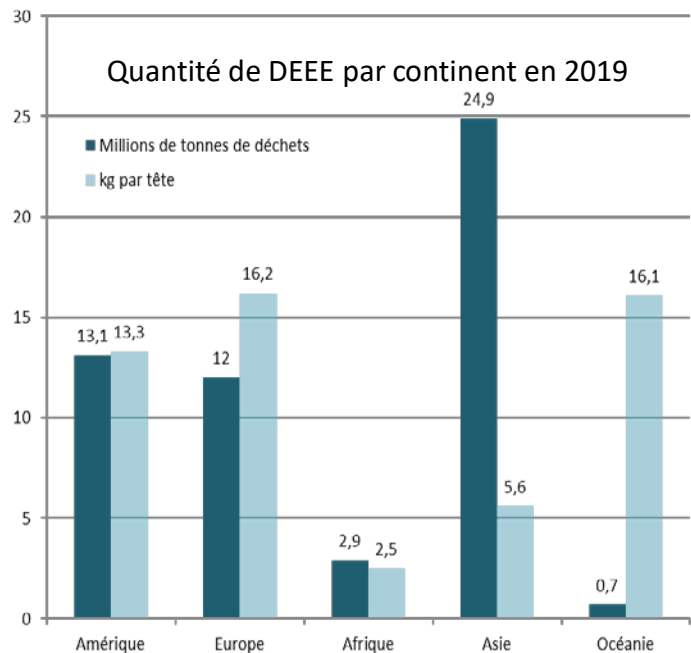
# L'exportation, le trafic, en images, ça donne ça :

---

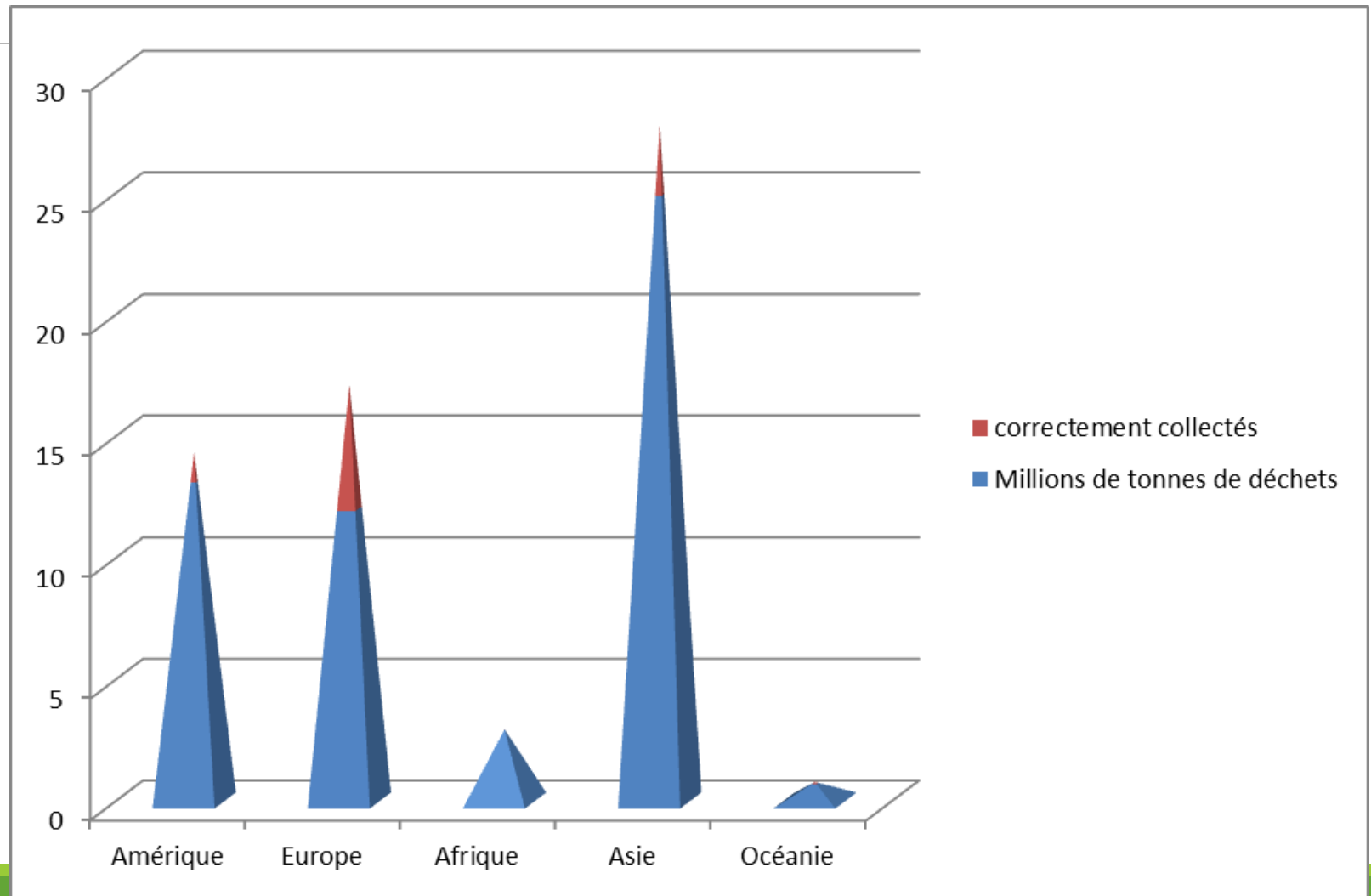


décharge d'Agbogbloshie, Accra, Ghana

# D'où viennent tous ces DEEE ?



# Et en clair, quelle proportion de DEEE est collectée ?



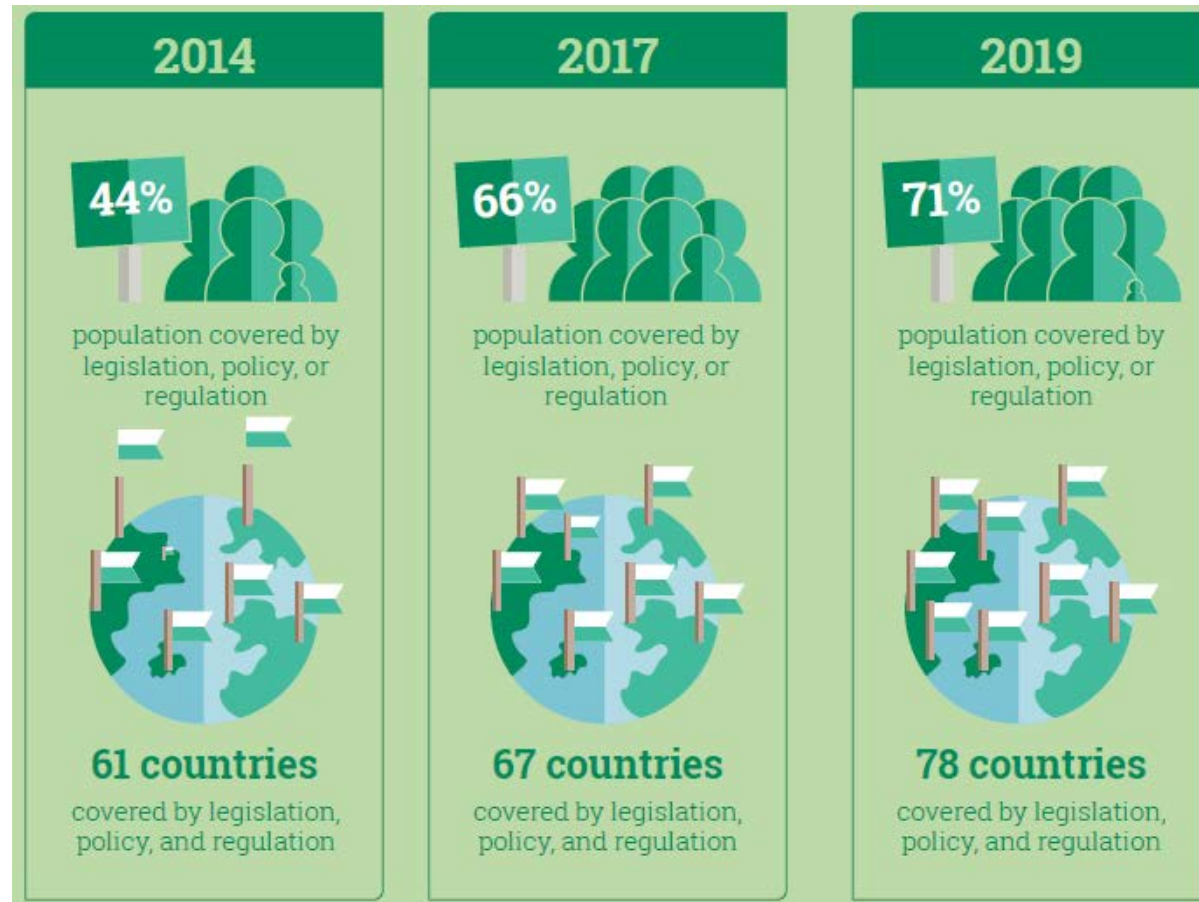
Ne pas confondre...

---

Taux de tri/de collecte  
et taux de recyclage !



# DEEE, est-ce règlementé ?



Cela représente moins de la moitié des pays du monde, en réalité.

Source : Global E-waste Monitor 2020,  
Forti, Baldé, Khuer *et al* <http://ewastemonitor.info/>

# Et en France ?

---

- les équipements "trop petits" ne sont pas pris en compte
- le propriétaire est responsable de son DEEE
- Un seul éco-organisme agréé pour des DEEE professionnels à l'heure actuelle
  - Traçage des déchets collectés
  - Démantèlement et dépollution effectués par des sous-traitants
  - Il n'en reste pas moins qu'une partie des éléments est enfouie

# Après la collecte, le recyclage...

---

Avons-nous besoin de recycler les matières premières ou nos réserves sont-elles suffisantes ?

# DURÉE DE VIE DES RÉSERVES RENTABLES DES PRINCIPAUX MÉTAUX NÉCESSAIRES À LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

## Durée de vie des réserves rentables (en années d'exploitation)

■ En cas de boom (demande accrue de 10% pendant dix ans)  
■ Au rythme actuel de production

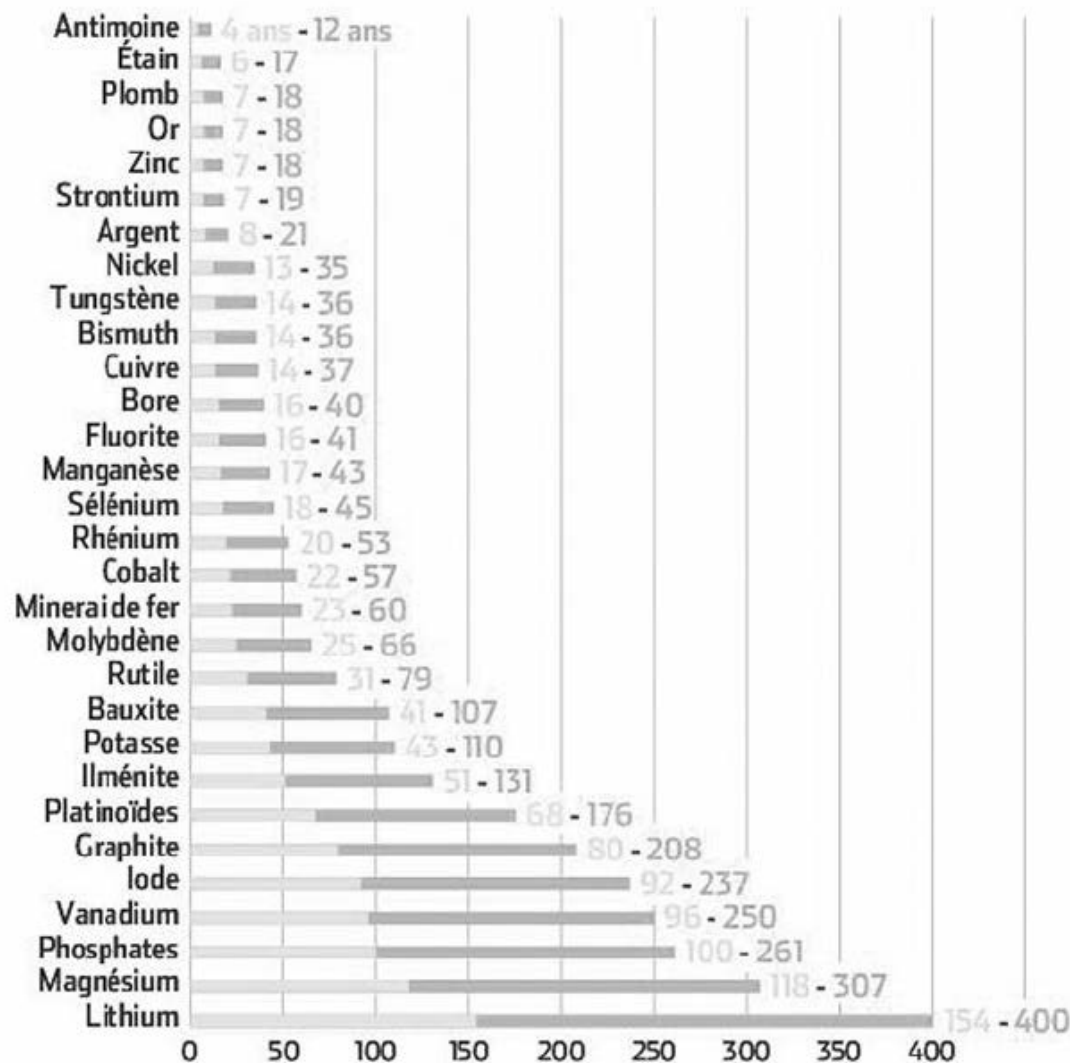


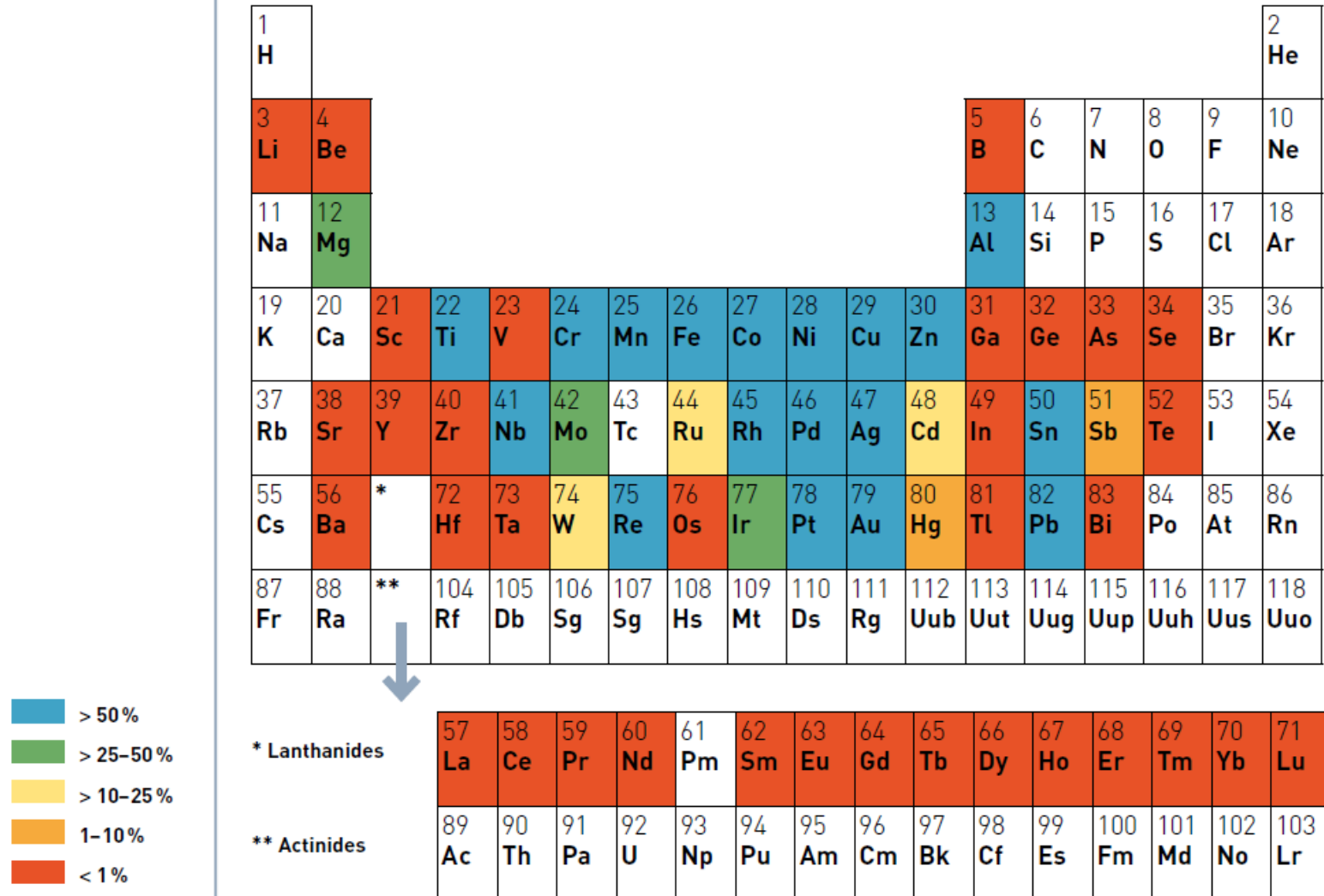
Schéma extrait des annexes du livre de Guillaume Pitron

# Question...

---

Savons-nous recycler les métaux qui composent nos ordinateurs et nos mobiles ?

# Taux de recyclage des métaux...



Source : Recycling Rates of Metals, A Status Report. UNEP.

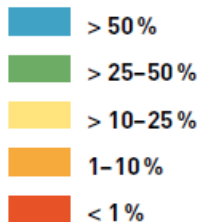
[http://www.resourcepanel.org/file/381/download?token=he\\_rldvr](http://www.resourcepanel.org/file/381/download?token=he_rldvr)

# Taux de recyclage des métaux vs matériaux des TIC...

Source : Recycling Rates of Metals, A Status Report. UNEP.

[http://www.resourcepanel.org/file/381/download?token=he\\_rldvr](http://www.resourcepanel.org/file/381/download?token=he_rldvr)

|          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1<br>H   |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |            | 2<br>He    |
| 3<br>Li  | 4<br>Be  |          |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 5<br>B     | 6<br>C     | 7<br>N     | 8<br>O     | 9<br>F     | 10<br>Ne   |
| 11<br>Na | 12<br>Mg |          |           |           |           |           |           |           |           |           |            | 13<br>Al   | 14<br>Si   | 15<br>P    | 16<br>S    | 17<br>Cl   | 18<br>Ar   |
| 19<br>K  | 20<br>Ca | 21<br>Sc | 22<br>Ti  | 23<br>V   | 24<br>Cr  | 25<br>Mn  | 26<br>Fe  | 27<br>Co  | 28<br>Ni  | 29<br>Cu  | 30<br>Zn   | 31<br>Ga   | 32<br>Ge   | 33<br>As   | 34<br>Se   | 35<br>Br   | 36<br>Kr   |
| 37<br>Rb | 38<br>Sr | 39<br>Y  | 40<br>Zr  | 41<br>Nb  | 42<br>Mo  | 43<br>Tc  | 44<br>Ru  | 45<br>Rh  | 46<br>Pd  | 47<br>Ag  | 48<br>Cd   | 49<br>In   | 50<br>Sn   | 51<br>Sb   | 52<br>Te   | 53<br>I    | 54<br>Xe   |
| 55<br>Cs | 56<br>Ba | *        | 72<br>Hf  | 73<br>Ta  | 74<br>W   | 75<br>Re  | 76<br>Os  | 77<br>Ir  | 78<br>Pt  | 79<br>Au  | 80<br>Hg   | 81<br>Tl   | 82<br>Pb   | 83<br>Bi   | 84<br>Po   | 85<br>At   | 86<br>Rn   |
| 87<br>Fr | 88<br>Ra | **       | 104<br>Rf | 105<br>Db | 106<br>Sg | 107<br>Sg | 108<br>Hs | 109<br>Mt | 110<br>Ds | 111<br>Rg | 112<br>Uub | 113<br>Uut | 114<br>Uug | 115<br>Uup | 116<br>Uuh | 117<br>Uus | 118<br>Uuo |



\* Lanthanides

\*\* Actinides

|          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 57<br>La | 58<br>Ce | 59<br>Pr | 60<br>Nd | 61<br>Pm | 62<br>Sm | 63<br>Eu | 64<br>Gd | 65<br>Tb | 66<br>Dy | 67<br>Ho | 68<br>Er  | 69<br>Tm  | 70<br>Yb  | 71<br>Lu  |
| 89<br>Ac | 90<br>Th | 91<br>Pa | 92<br>U  | 93<br>Np | 94<br>Pu | 95<br>Am | 96<br>Cm | 97<br>Bk | 98<br>Cf | 99<br>Es | 100<br>Fm | 101<br>Md | 102<br>No | 103<br>Lr |

# Pourquoi les chiffres sont-ils si bas ?

- Alliages
- Quantités infinitésimales inséparables (dispersion)
- Superposition et entrelacement de matériaux
- Ce n'est pas rentable financièrement (coût du recyclage supérieur à celui de la matière première)
- les métaux rares sont utilisés sous forme d'alliages
  - dés-allier les alliages de métaux rare nécessite
    - Haute température
    - Sel de montagne
  - dés-allier les aimants aux terres rares nécessite
    - Beaucoup de produits chimiques
    - Techniques longues et coûteuses

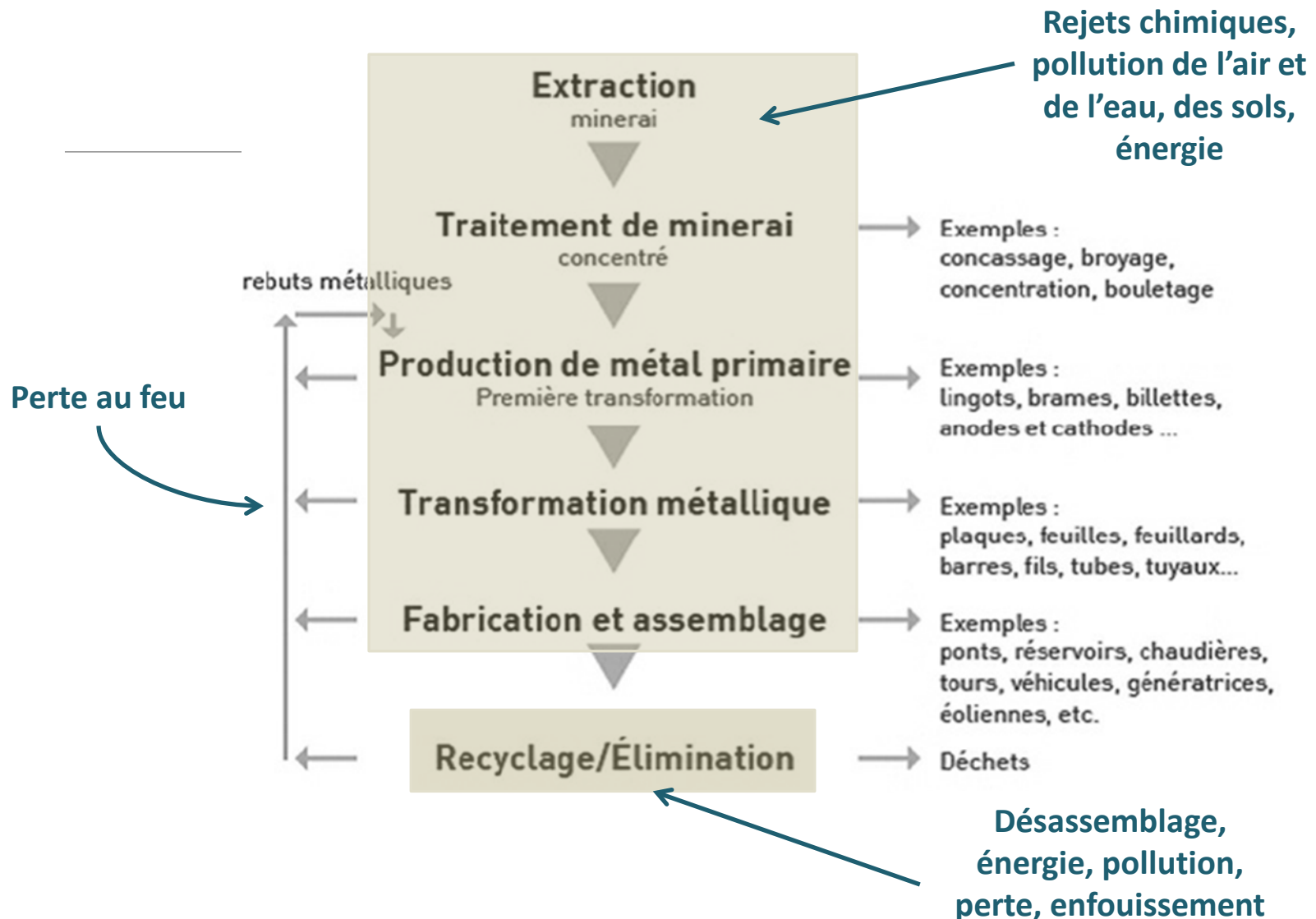


Voir aussi :  
Transition énergétique : attention aux métaux stratégiques ! Alain Liger  
Metals for a low-carbon society, O. Vidal et al, 2013

=> Bilan environnemental douteux...



# Impacts résumés sur le cycle de vie des métaux



# Consommation d'énergie du recyclage

---

Recycler 1 tonne de ferraille

- Évite 58% des émissions de GES liés à la production du même poids d'acier primaire
- Entraîne l'émission nette de près d'une tonne en équivalent CO<sub>2</sub>.

Recyclage Le Grand Enfumage, Flore Berlingen, Ed. Rue de l'échiquier, 2020.

Encore une question...

---

Qu'est-ce qui fait que nous mettons nos matériels électronique au rebut ?

# Au secours mon matériel est obsolète !

---

Obsolescence = perte de valeur.

Ici, dépréciation d'un équipement à cause de l'évolution technique et non de l'usure résultant du fonctionnement.

## **Obsolescence programmée :**

raccourcissement volontaire de la durée de vie ou d'utilisation d'un produit pour en augmenter le taux de remplacement.

# L'Obsolescence programmée... c'est « vieux comme mes robes »

---

Un bon exemple : les bas nylon, Dupont de Nemours, dans les années 40... trop solides pour être rentables !

<http://obsolescence-programmee.fr/exemples-symboliques/bas-nylon-de-dupont-de-nemours/>

2017 : 1<sup>o</sup> plainte déposée en France contre les fabricants  
d'imprimantes

Les Echos, 19 septembre 2017

<https://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/030584237855-obsolescence-programmee-premiere-plainte-en-france-2115442.php>

# Petite revue des obsolescences possibles...

---

**Technique ou fonctionnelle** : rendre le coût de réparation proche du coût de remplacement.

**Indirecte** : indisponibilité (ou surcoût) des composants sur le marché, fin de support des logiciels et transition vers d'autres, nécessitant plus de ressources...

**Notifiée** : le matériel avertit de l'imminence d'une panne.

**Par incompatibilité** (obsolescence du matériel liée au logiciel) : versions incompatibles de logiciels, pilotes de périphériques, petites fournitures pour périphériques,...

**Psychologique (esthétique/culturelle)** : le marketing sait rendre indispensables des fonctionnalités auxquelles vous n'aviez même pas pensé !!

# LAST BUT NOT LEAST...

---

**l'obsolescence écologique** : mise en avant des progrès en matière d'impact environnemental des nouveaux produits.

# Fin de vie/recyclage : est-ce une fatalité ?

---

- Nos matériels ne sont pas forcément obsolètes au bout de 3 ans.
- Donnons nos «vieux» matériels fonctionnels aux associations spécialisées, pour une deuxième vie.
- Lorsque le matériel est hors d'usage, s'adresser à des filières ou associations spécialisées et agréées.
- Ralentissons notre consommation



# Quelques bonnes pratiques

---

- Augmenter la durée de vie des matériels
  - Acheter des extensions de mémoire, réparer
  - Conserver les ordinateurs 5 à 7 ans (ou plus) plutôt que 3 ou 4 (gain : 2,3 kg eq. CO2/an, soit 500 millions de km parcourus en voiture, selon l'ADEME)...
- Favoriser le réemploi : transmettre/donner plutôt que jeter (faire vivre au-delà de 7 ans)
- Réparer
- S'assurer de la filière de retraitement du matériel usagé choisie (responsabilité engagée)

# Quelques bonnes pratiques

---

Anti gaspillage électronique (source : Reporterre) :

- reconditionnement (<https://www.backmarket.fr/>)
- conception durable (<http://www.mcarre.fr/>)
- smartphone éco-conçu et recyclage de smartphones (<https://www.fairphone.com/fr/>)
- Achat raisonné ou location (<https://commown.fr/>)
- on peut (presque) tout réparer  
(<http://www.ateliersansfrontieres.org/>,  
<http://ateliers-du-bocage.fr/>)

# Nous sommes acteurs de la solution !

---

## Lutter contre l'obsolescence programmée

- Quelques directives de la communauté européenne sur le cycle de vie...
- Comportement des usagers à modifier
- Agir sur les logiciels et mieux gérer son matériel : l'obsolescence liée au logiciel n'est pas une fatalité.
- S'affranchir des GAFAM.
  - Commown propose depuis octobre 2018 un fairphone « dégafamisé »  
(<https://lareleveetlapeste.fr/la-cooperative-commown-lance-le-premier-fairphone-degafamise-en-france/>)
  - <https://iode.tech/> (dégafamisé et reconditionné)

# Avec un peu d'astuce, on peut améliorer les choses...

---

Installer des systèmes compétitifs sur de « vieilles » machines (e.g. Emmabuntüs) :

<https://reporterre.net/Halte-a-l-obsolence-Les-vieux-ordinateurs-reprennent-vie-avec-le-systeme>

Utiliser des logiciels libres

<https://reporterre.net/Internet-le-royaume-ou-les-biens-communs-prosperent>

Utiliser des systèmes allégés (ex : Emmabuntüs)

Se faire aider : <https://www.mcarre.fr/>

NB : Ces solutions ne nécessitent pas une grande maîtrise de *l'Informatique*

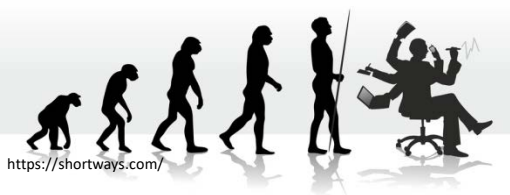
# Obsolescence programmée, durée de vie des EEE, la loi évolue doucement...

---

- Le propriétaire d'un EEE est responsable du devenir du DEEE
- La proposition de loi présentée en juillet 2019 anti-gaspillage et pour l'économie circulaire prévoit l'interdiction de destruction des invendus non alimentaires ou l'envoi vers une filière de recyclage

Loi du 10 février 2020 :

- Indice de réparabilité pour les équipements électroniques
- MAIS : proposition de prolonger la durée de garantie légale rejetée
- Ultérieurement : indice de durabilité
- À terme : durée de mise à disposition des mises à jour logicielles (des logiciels fournis avec le matériel) permettant un usage normal du matériel



# Vers la sobriété numérique

---

- Ralentir
- Réfléchir (à nos usages du numérique, à nos besoins,...)
- Mutualiser
- Avoir un usage raisonné du numérique et des services en ligne
- Réduire nos usages du cloud (surtout en 4G)
- Débrancher/éteindre (nos smartphones, nos PC, nos box...)
- Mettre les Low Techs à la mode

Sobriété Numérique, les clés pour agir. Frédéric Bordage, Ed. Buchet-Chastel, 2019.

L'impératif de la sobriété numérique, l'enjeu des modes de vie. Fabrice Flipo, Ed. Matériologiques, 2020.

# Pour aller plus loin...

## quelques reportages sur le sujet

---

- La tragédie électronique, Arte (2014)  
<http://download.pro.arte.tv/uploads/tragedie-electronique.pdf>  
[https://boutique.arte.tv/detail/tragedie\\_electronique](https://boutique.arte.tv/detail/tragedie_electronique)
- Déchets électroniques, le grand détournement, France 5 (2019)  
<https://www.youtube.com/watch?v=uZI99xZDVkg>
- Conf TEDxLille de Guillaume Pitron sur les métaux rares  
<https://www.youtube.com/watch?v=LVWUDLBYb-Q&feature=youtu.be>
- La Face Cachée des vertes, Arte (2020)  
<https://www.arte.tv/fr/videos/084757-000-A/la-face-cachee-des-energies-vertes/>

# Bibliographie et WEBographie pour aller plus loin...

---

- Impacts écologiques des technologies de l'Information et de la Communication, Groupe ÉcoInfo, Ed. edp sciences, coll. QuinteSciences, 2012.
- Peut-on croire aux TIC vertes ? F. Flipo et al., Ed. Presses des Mines, Coll. Développement durable, 2012.
- Site groupe ÉcoInfo CNRS : <http://ecoinfo.cnrs.fr>
- Les dessous du GreenWeb :  
<https://positivr.fr/dessous-green-web-professeur-feuillage-commown/>
- Sobriété Numérique, les clés pour agir. Frédéric Bordage, Ed. Buchet-Chastel, 2019.



# Bibliographie et WEBographie pour aller plus loin...

---

- L'impératif de la sobriété numérique, l'enjeu des modes de vie. Fabrice Flipo, Ed. Matériologiques, 2020.
- La Guerre des Métaux Rares, Guillaume Pitron, Ed. Les Liens qui Libèrent, 2019.
- L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable. Philippe Bihouix, Ed. Seuil, 2014.
- Recyclage, Le Grand Enfumage, Flore Berlingen, Ed. Rue de l'Échiquier, 2020.

# Bibliographie et WEBographie pour aller plus loin...

---

- Guide pratique de l'ADEME, La face cachée du numérique  
<http://www.ademe.fr/face-cachee-numerique>
- Publication de carbone 4 sur la part que chacun peut prendre au changement  
<https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/Publication-Carbone-4-Faire-sa-part-pouvoir-responsabilite-climat.pdf>
- Notre empreinte cachée, Babette Porcelijn, Ed. Seuil, collection Anthropocène, 2018.
- L'entraide, l'autre loi de la jungle, Pablo Servigne et Gauthier Chapelle, Ed. Les Liens qui Libèrent, 2017.