

# Le recyclage, une solution ?



Françoise BERTHOUD

[Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr](mailto:Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr)

[ecoinfo.cnrs.fr](http://ecoinfo.cnrs.fr)

Dessin 1 La réalité des impacts des TIC.



**EcoInfo**  
Groupement de service

EJC



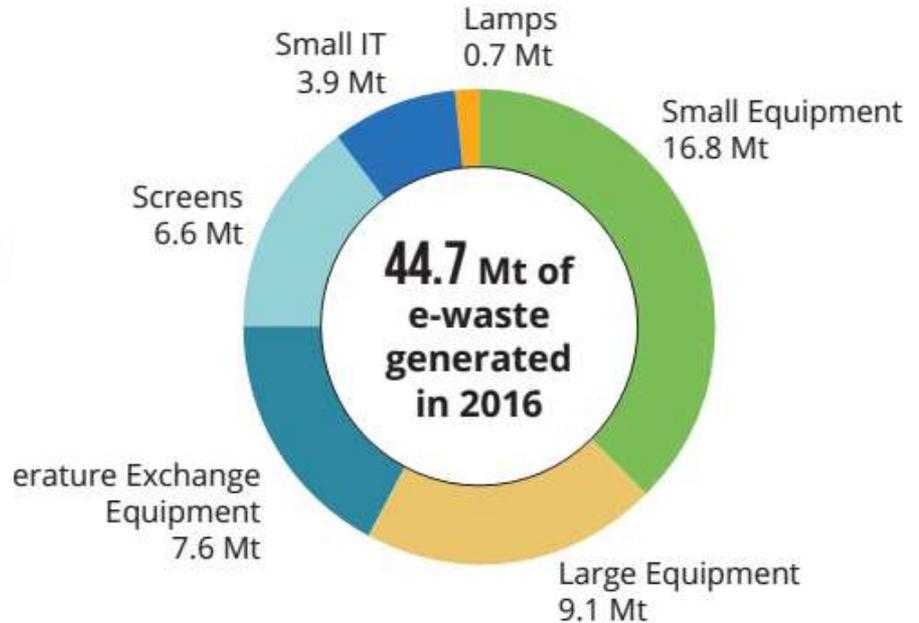
# Les DEEE dans le monde

20% (8.9 Mt) of e-waste is documented to be collected and properly recycled

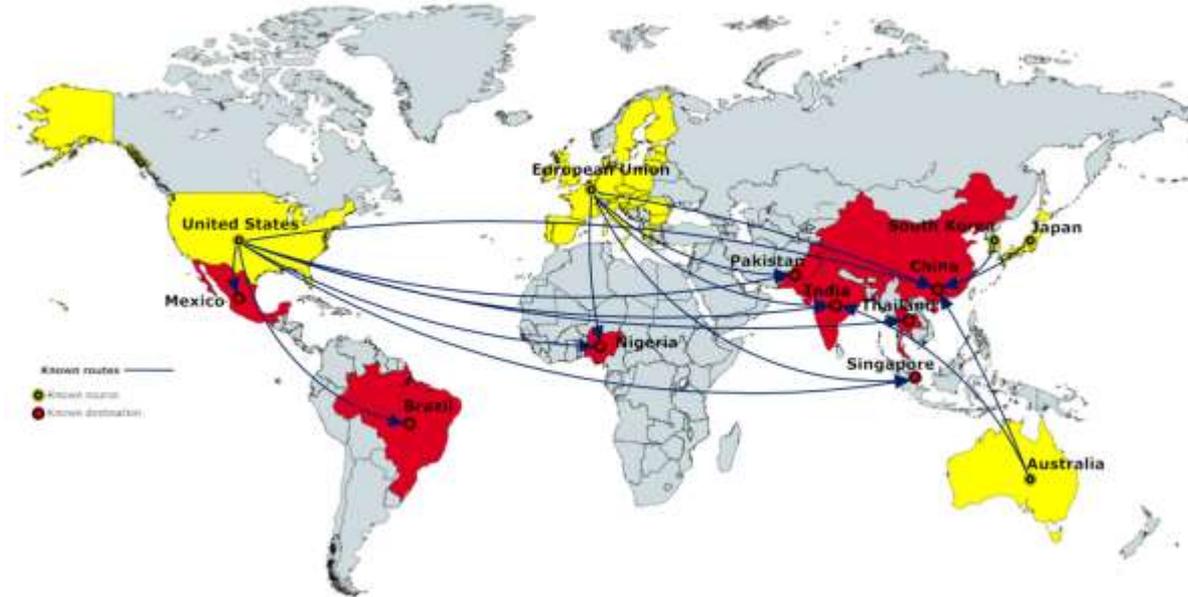


80% (35.8 Mt) of e-waste is not documented

- 4% (1.7 Mt) of e-waste in the higher income countries is thrown into the residual waste
- The fate of 76% (34.1 Mt) of e-waste is unknown; this is likely dumped, traded, or recycled under inferior conditions



# déchets électroniques



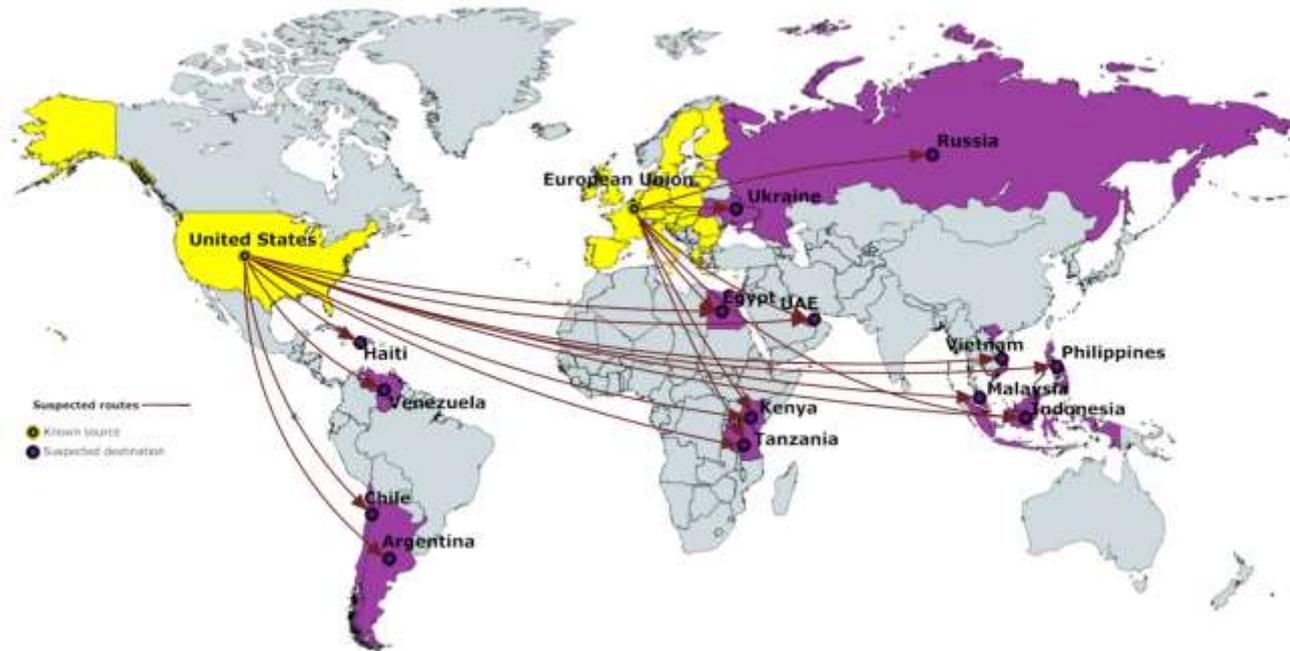
Ref : Int. J. Environ. Res. Public Health 2016, 13(8), 789;

Quantifying the Effect of Macroeconomic and Social Factors on Illegal E-Waste Trade

Loukia Efthymiou, Amaryllis Mavragani and Konstantinos P. Tsagarakis \* [OrCID]

Business and Environmental Technology Economics Lab, Department of Environmental Engineering, School of Engineering, Democritus University of Thrace, Vas. Sofias 12, Xanthi 67100, Greece

# Routes suspectées



Ref : Int. J. Environ. Res. Public Health 2016, 13(8), 789;

Quantifying the Effect of Macroeconomic and Social Factors on Illegal E-Waste Trade

Loukia Efthymiou, Amaryllis Mavragani and Konstantinos P. Tsagarakis \* [OrCID]

Business and Environmental Technology Economics Lab, Department of Environmental Engineering, School of Engineering, Democritus University of Thrace, Vas. Sofias 12, Xanthi 67100, Greece



CPU Céramique  
Goldcap  
**€ 100.00 / kg**

Prix nets à jour à 09:03



CPU Céramique  
**€ 50.00 / kg**

Prix nets à jour à 09:03



CPU Plastique  
**€ 15.00 / kg**

Prix nets à jour à 09:03



Mémoire RAM  
**€ 14.00 / kg**

Prix nets à jour à 09:03



CPU Slot  
**€ 13.00 / kg**

Prix nets à jour à 09:03



PCB GSM  
**€ 12.00 / kg**

Prix nets à jour à 09:03



RAM en argent  
**€ 6.00 / kg**

Prix nets à jour à 09:03



PCB Classe 1  
**€ 4.00 / kg**

Prix nets à jour à 09:03



CPU Plastique  
Culvre  
**€ 4.00 / kg**



PCB Classe 1B  
**€ 2.20 / kg**

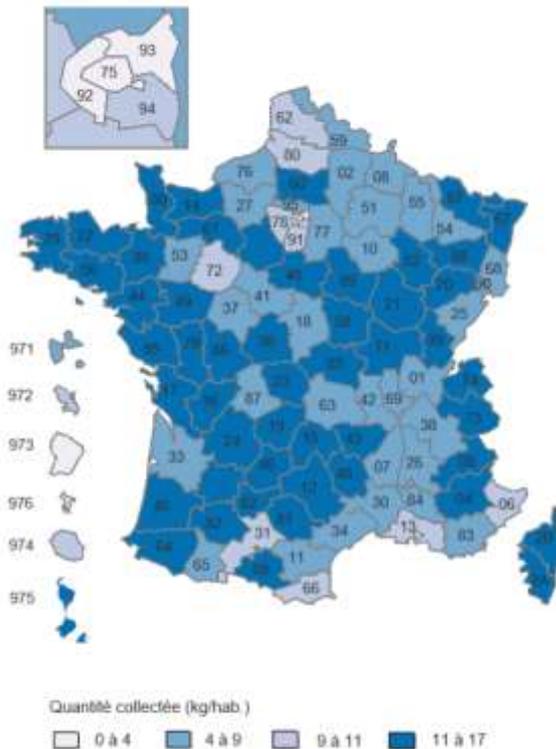
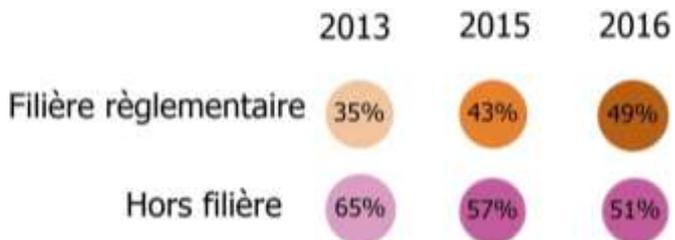


Intitulé	Cours	Va
Lingot 1 Kg	34 870.00 €	-
Lingotin 500g	17 850.00 €	-
Lingotin 250g	8 940.00 €	-

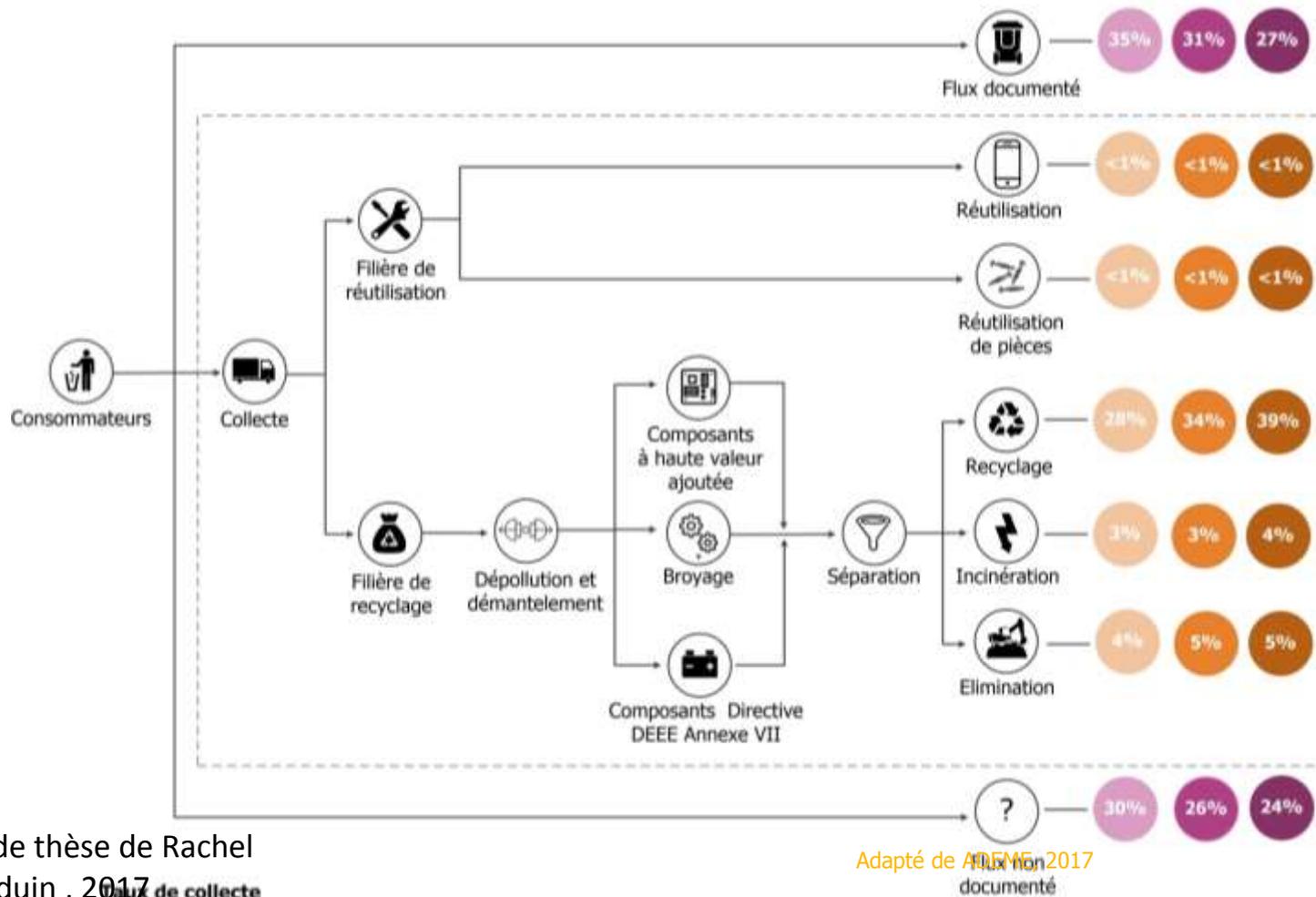
17 à 24 kg DEEE par habitant



**Taux de collecte**

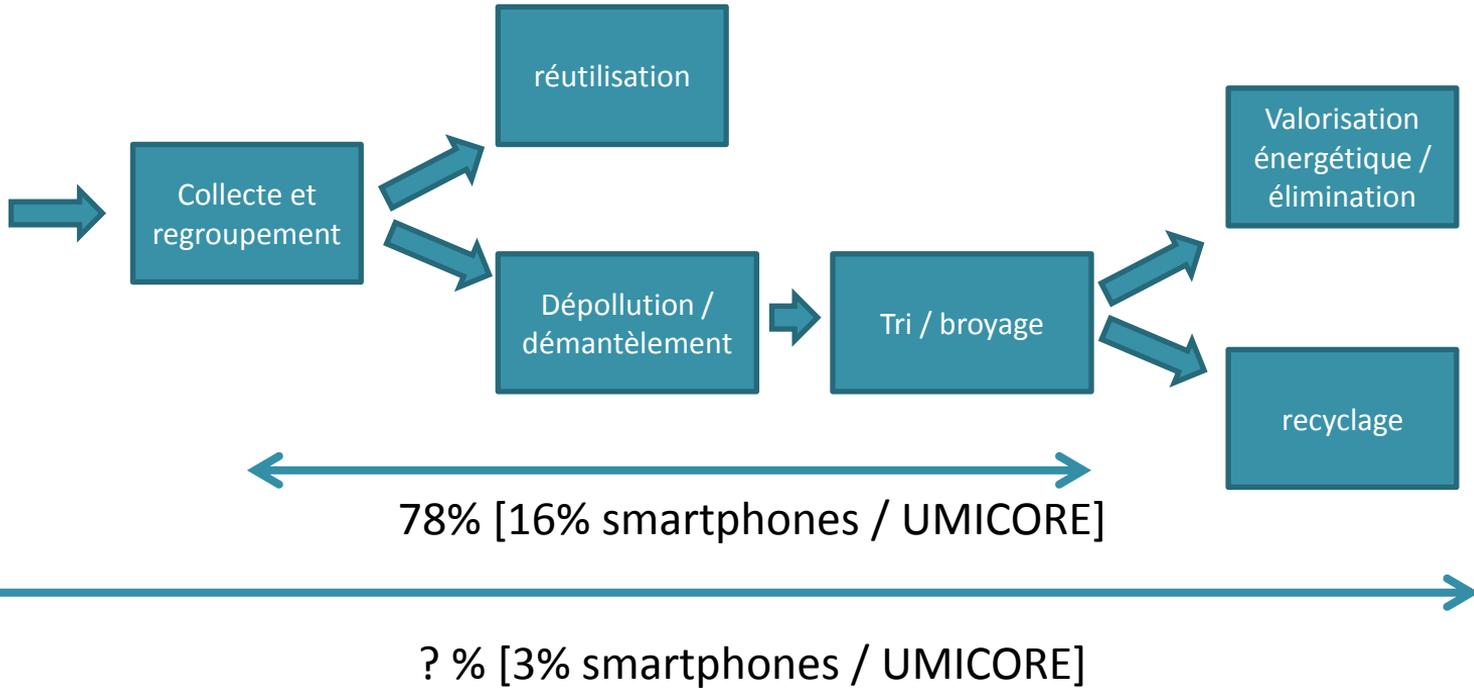


Objectif 2016 (kg/hab)	9,3
Objectif 2017 (kg/hab)	10,8
Objectif dépassé	84
Objectif pas atteint	18

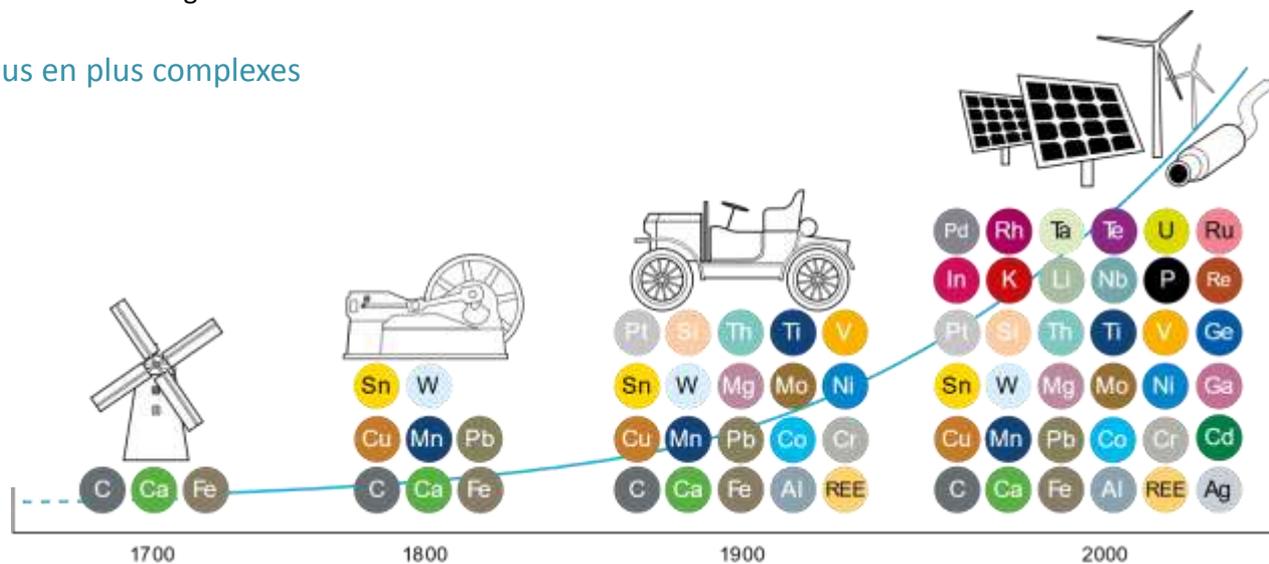


Travaux de thèse de Rachel Horta Arduin , 2017

Adapté de ADME, 2017



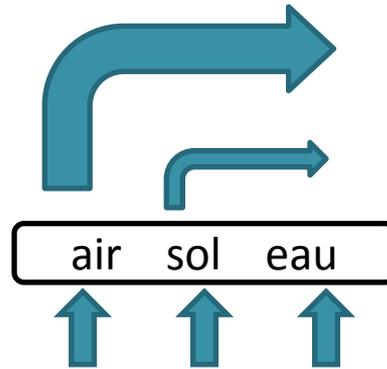
- **collecte** insuffisante
  - Le gisement diffus et très hétérogène
  - Manque d'information du public sur la collecte sélective
- **dépollution**
  - Connaissances des substances dangereuses (Pb, Hg) pour protéger la santé des opérateurs
  - Retirer les éléments à dépolluer (liquides, piles ou batteries, etc.) [pas toujours simple]
  - Seulement 1 pile sur 3 est collectée dans la bonne filière
- **recyclage**
  - Démontage et séparation des différentes matières
  - Respect des nouvelles réglementations en vigueur sur les substances et matières.
- **Coût de traitement**
- **Technologies nécessaires de plus en plus complexes**





1 H																	2 He				
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne				
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar				
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo		44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi							
		**																			
*Lanthanides (Terres rares)		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd							62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
**Actinides				90 Th				92 U													

# Pollution



▶ Effets sur la biosphère

▶ Cultures (riz, légumes, ..) et eau douce polluées !

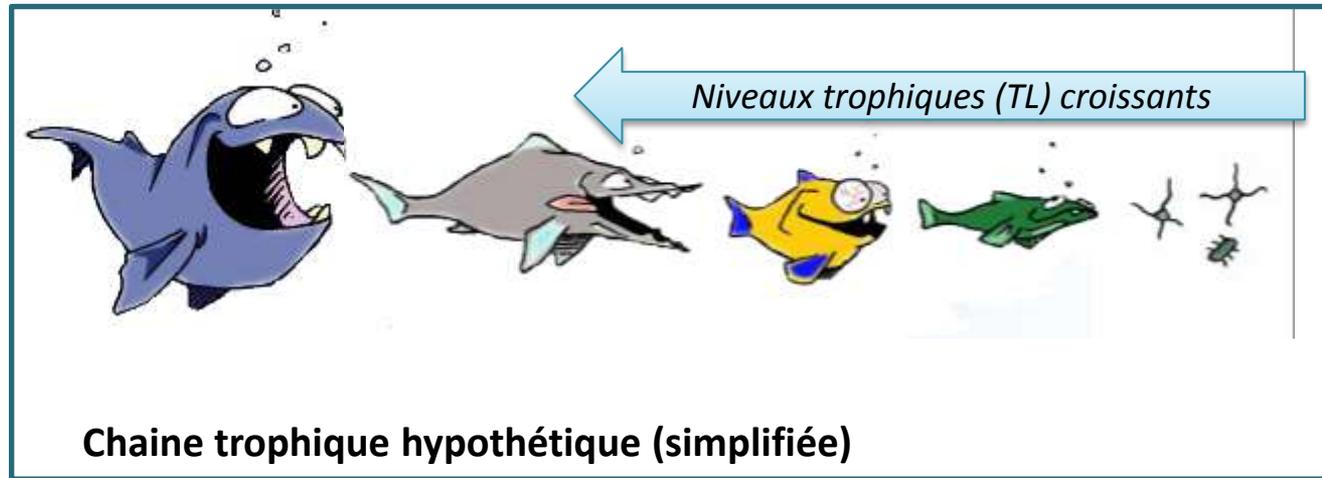
▶ Perte de biodiversité

▶ Effets sur la santé de l'homme

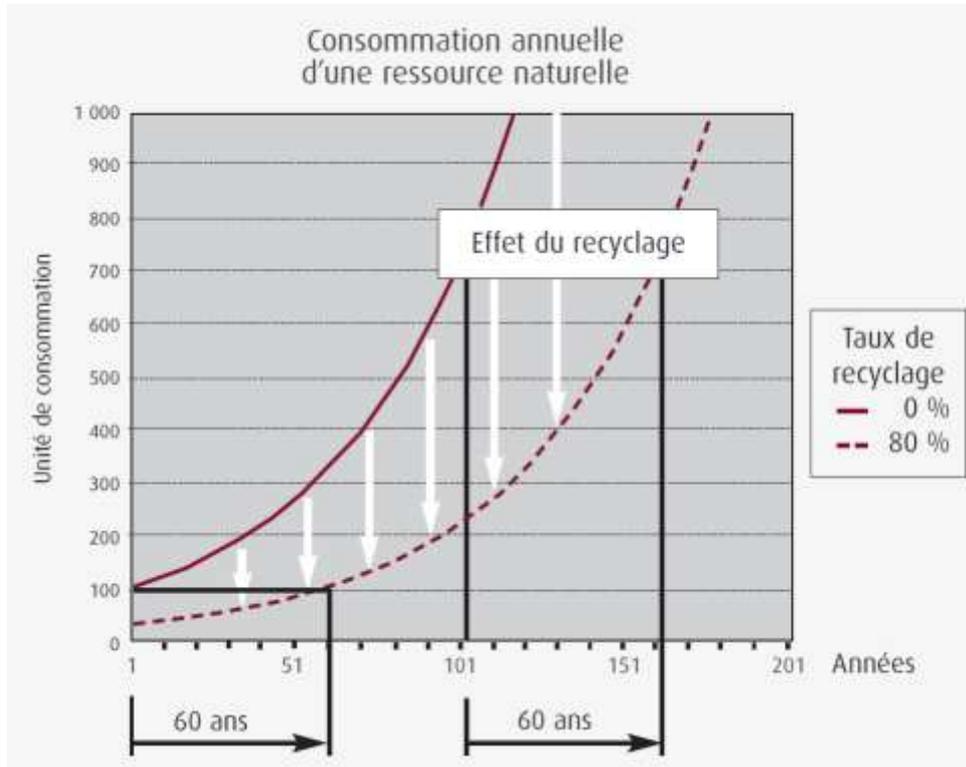
- ▶ Polluants organiques persistants
- ▶ Métaux lourds (cuivre, nickel, zinc, étain et plomb pour les plus fréquents et, en moindres proportions l'arsenic, le gallium, le germanium, l'indium, le mercure, le sélénium et le thallium) : non dégradables et bio-accumulables
- ▶ Phtalates (issus des plastiques) : bio-accumulables, persistants
- ▶ Solvants, agents tensio-actifs (bioamplification), composés chimiques perfluorés, dioxine, furane
- ▶ Etc.

# Bioaccumulation – bioamplification

Bioamplification = processus par lequel la concentration tissulaire d'un composé dans un organisme à un niveau trophique donné excède celle du niveau trophique inférieur/ contigu (USEPA, 2010)



# Gaspillage de ressources

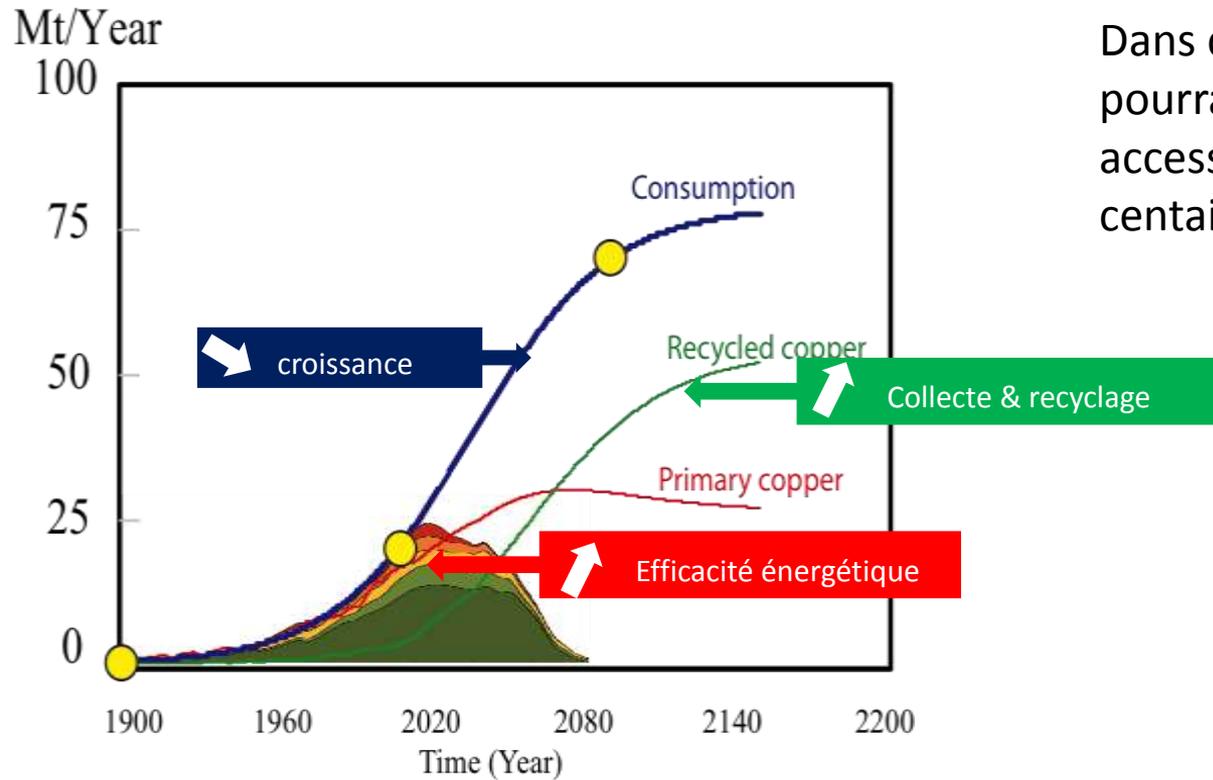


Dans cet exemple,

On ne gagnera jamais plus de 60 ans par le recyclage si la progression de la consommation totale reste inchangée.

Cas d'un métal dont le taux de croissance est de 2% (durée de rétention 7a)

Source François Grosse, futurible, 2010



Dans ces conditions les réserves pourraient être encore accessibles pendant qq's centaines d'années ?

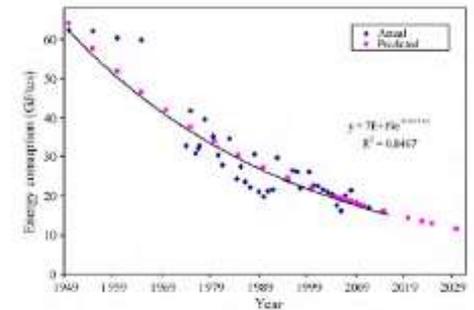


Fig. 5. Actual and projected specific energy consumption in the steel industry (world average).

Source : Olivier Vidal, 2018

# Un espoir : les mines urbaines

Metal	Concentration mineral (2002)	Concentration cartes électroniques (2014)	Facteur min-max
<b>Cuivre</b>	0,5 – 3,0	12,0 – 29,0	4 - 250
<b>Etain</b>	0,2 – 0,85	1,1 – 4,8	1,3 - 24
<b>Or</b>	0,0005	0,0029 – 0,112	10 - 224
<b>Argent</b>	0,0005	0,01 – 0,52	20 -1040

Characterization of Printed Circuit Boards for Metal and Energy Recovery after Milling and Mechanical Separation  
Walter A. Bizio<sup>1,2</sup>, Renato A. Eguiazolo<sup>3</sup> and Valdeir F. de Andrade<sup>3</sup>

Materials, 2014



# Le recyclage pourrait être une solution si :

- Durée de vie des équipements augmente significativement [sobriété en quantité]
- La tension sur les ressources diminue [sobriété dans le temps]
- Nos déchets restent chez nous ...
- Très gros progrès sur les technologies d'extraction
- Très gros progrès sur les technologies de recyclage

La conclusion de la conclusion