



Impacts de l'informatique : ressources, énergie, déchets que nous révèlent les analyses de cycle de vie ?

8 juin 2010 – Journée InTech (INRIA)

Françoise Berthoud

Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr

Groupe de travail EcolInfo (www.ecoinfo.cnrs.fr)





Pression sur l'environnement

La pression de l'Homme sur l'Environnement

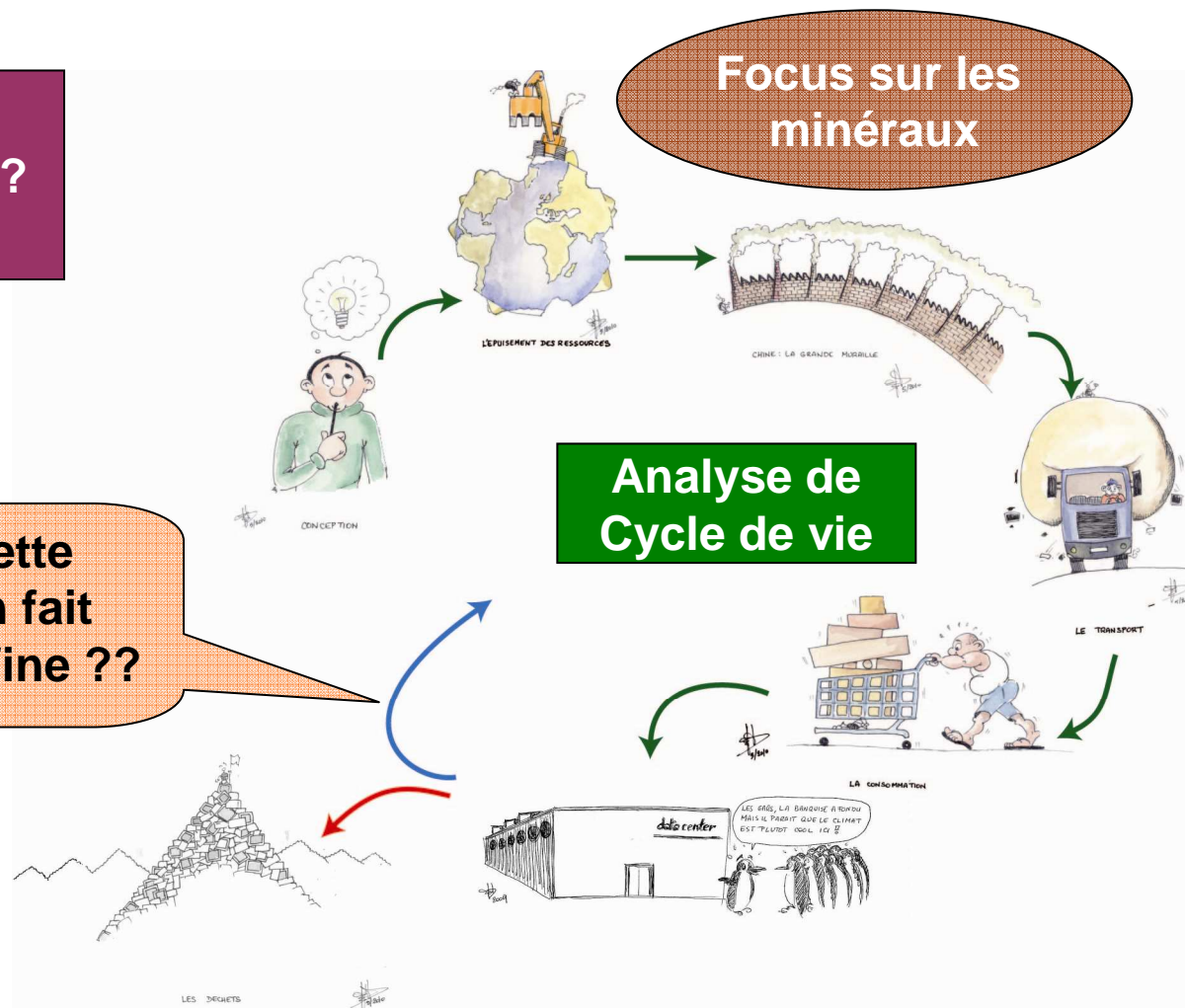
- ▶ «L'empreinte écologique» mondiale dépasse les capacités de la planète de plus de 30%
- ▶ Le taux actuel de disparition des espèces est 1000 fois plus rapide que la moyenne naturelle à long terme → **On ne sait pas quand la perte de biodiversité devient une menace pour l'Homme.**
- ▶ **1,5 milliard d'humains** n'ont pas accès à de l'eau potable. Ils seront 5 milliards en 2025..
- ▶ **Les émissions de CO2 et autres gaz responsables du réchauffement climatique excèdent d'un facteur 2 les capacités d'absorption de la planète**
- ▶ **Les métaux lourds, déchets chimiques toxiques et plastiques envahissent la planète (nappes phréatiques, océans, zones polaires etc)**
- ▶ **Les ressources minières, métaux précieux et autres s'épuisent**



Mesures ?
Impacts relatifs ?
Indicateurs ?

Focus sur les
minéraux

Pourquoi cette
flèche est en fait
Très très très fine ??



On extrait, on process, on utilise un peu (souvent mal)
.. Et on jette !
(c'est qui « on » ?)



Mesures et indicateurs

- Pour évaluer chez nous ..en tenant compte des impacts ailleurs, il faut disposer de données sur le « ailleurs » ...

Mais :

- ➔ Peu de données récentes et publiques
- ➔ Interprétations très sensibles au mix énergétique choisi, aux hypothèses de fonctionnement etc.



Mesures et indicateurs

- Les indicateurs sont en général :

- soit très intégrés

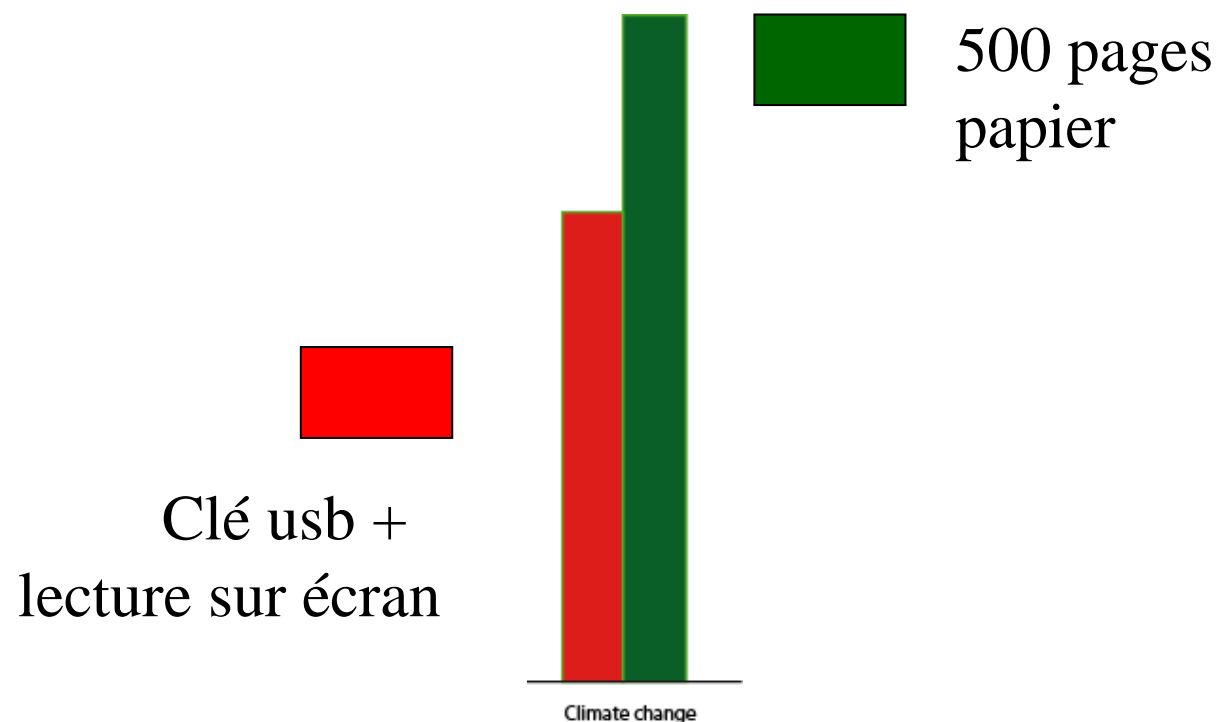
- (on mélange des choux et des carottes !!)

- soit très focalisés

- (→ transferts de pollution)

→ **préférez des critères variés** aux indicateurs
intégrés ou très focalisés et peu nombreux

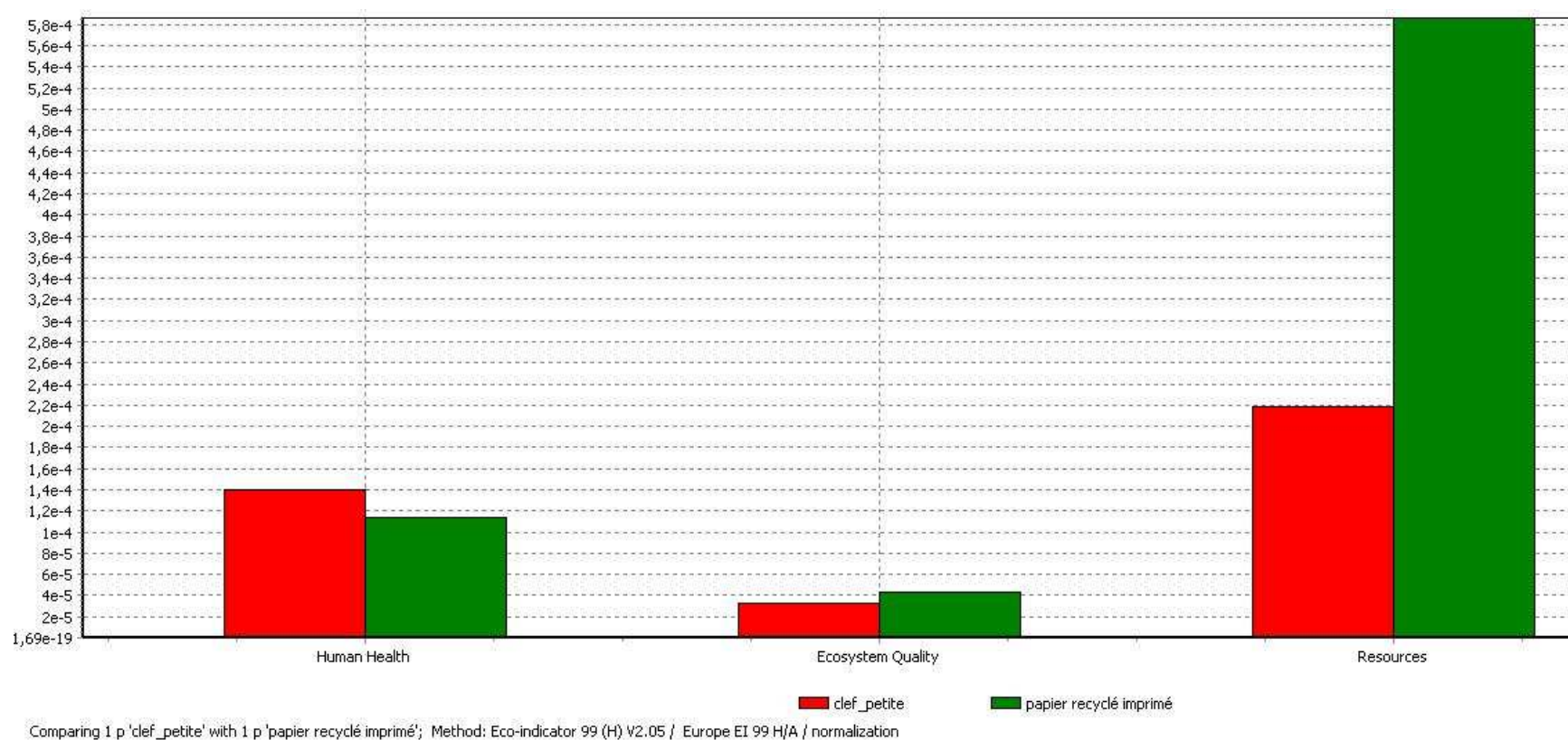
Exemple : Clé usb - papier



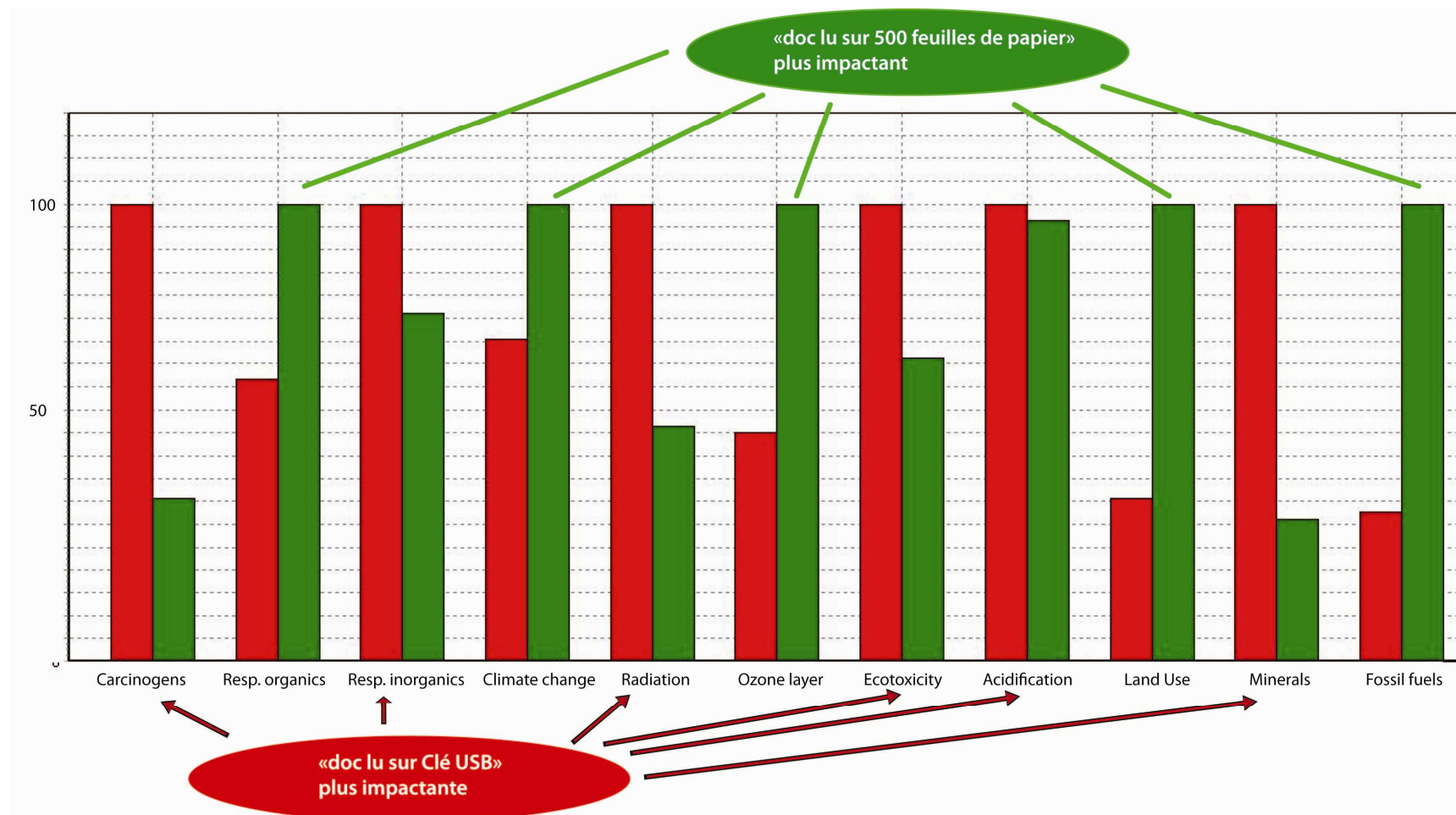
Sur l'indicateur « CO₂ », pour 500 pages, la clé usb est plus avantageuse ...

Clé usb - papier

Comparaison clé usb/lecture et 500 pages papier recyclé (méthode eco-indicator 99)

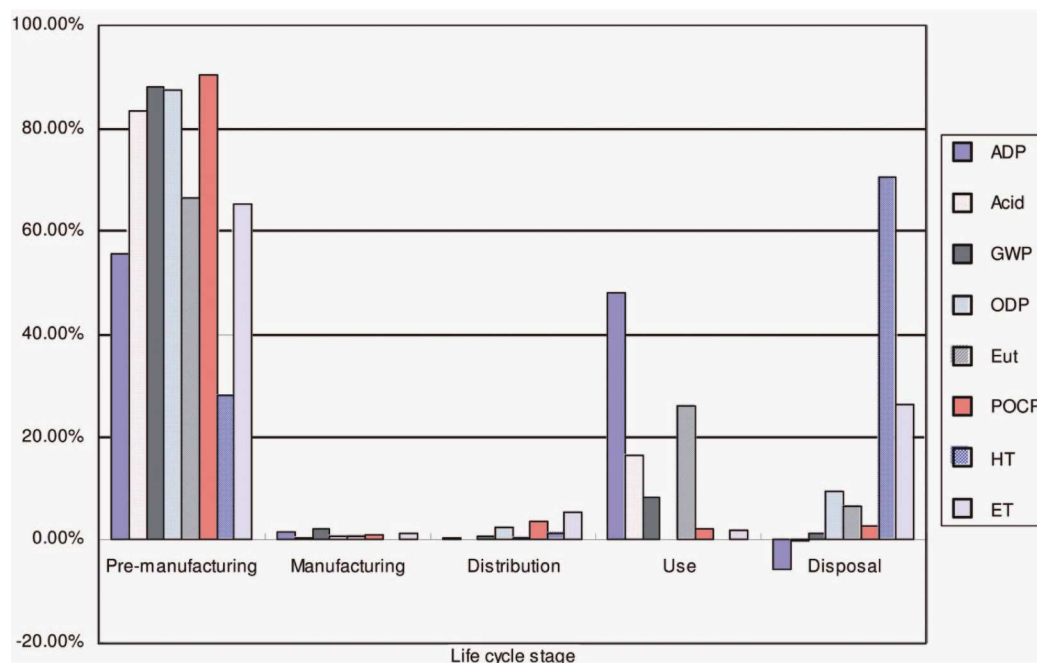


Clé usb - papier



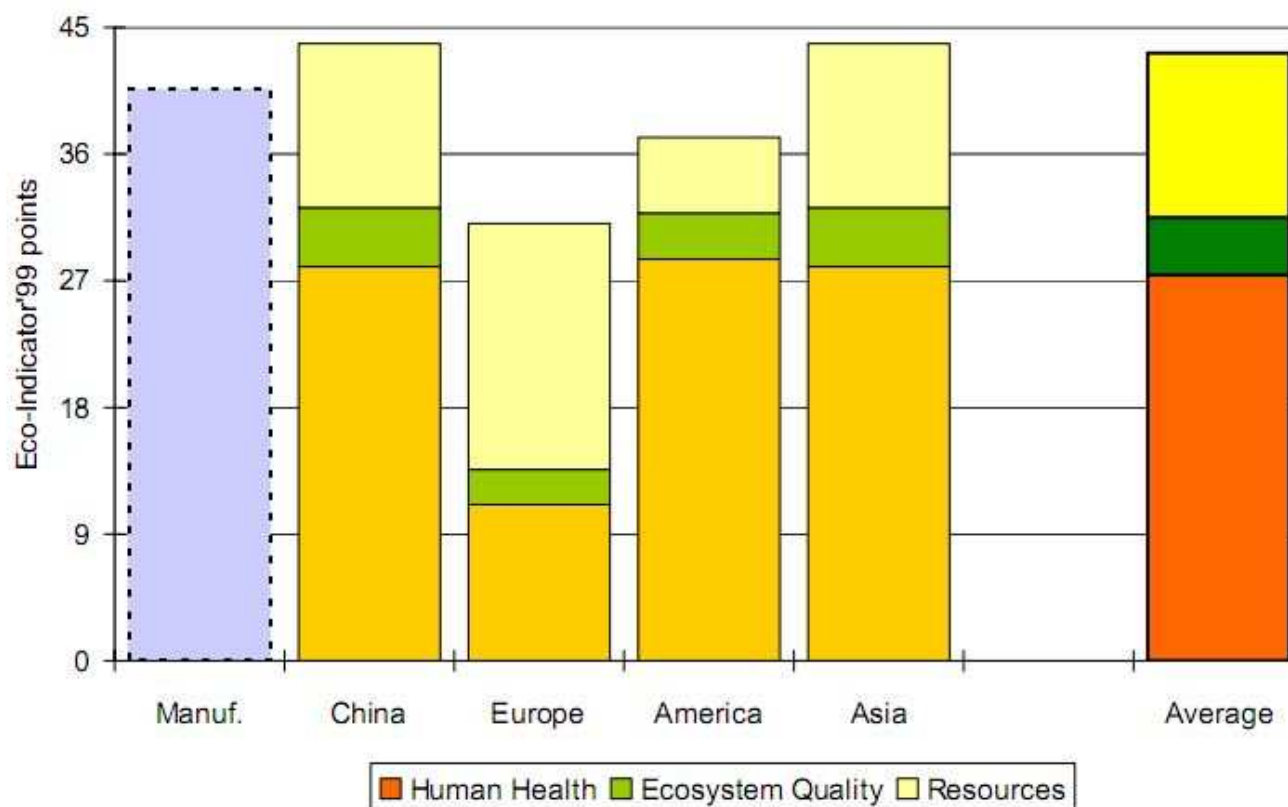
Quelques résultats scientifiques d'ACV

La phase de pré-processing est dominante.



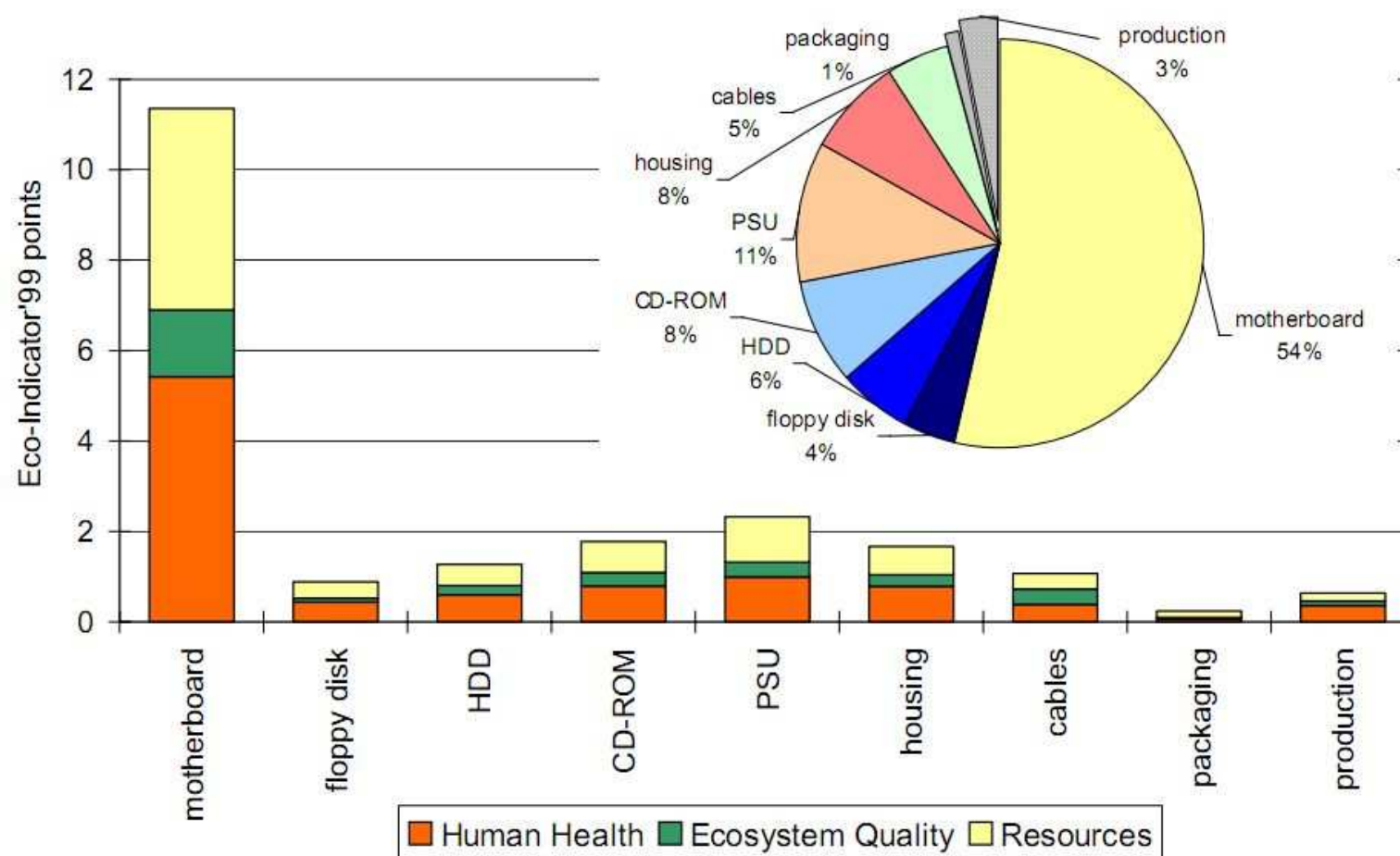
Contribution des différentes phases du cycle de vie d'une UC de PC coréen à chaque catégorie d'impact, avec un taux de recyclage de 46% (source: Choi et al, 2006)

Le plus pertinent pour les uns .. ne l'est pas forcément pour les autres ...



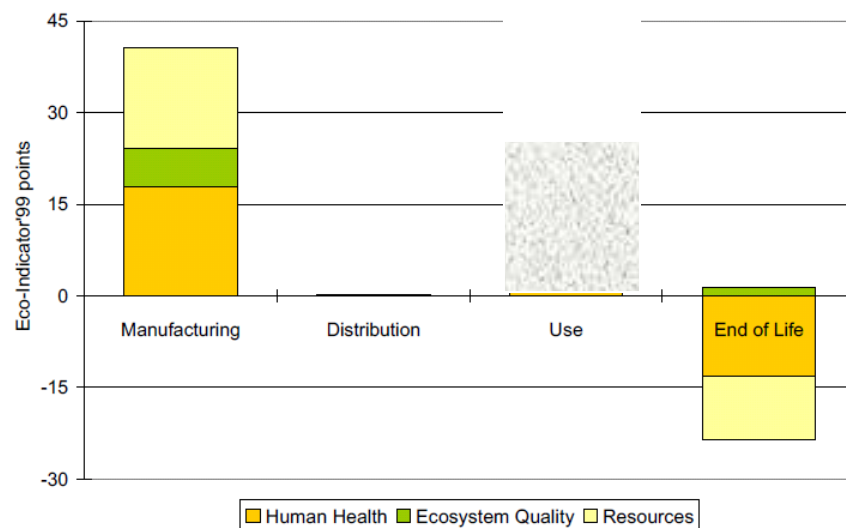
source: Eugster et al, 2007

Impacts relatifs des éléments

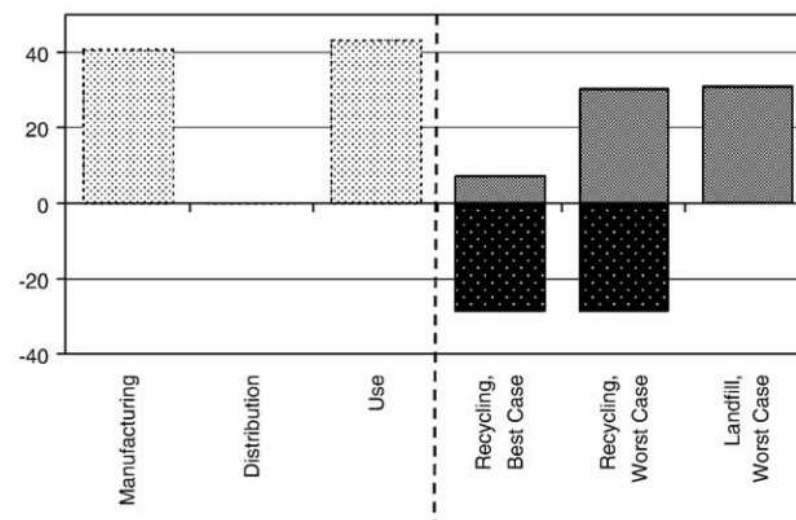


source : Eugster et al, 2007

Impact de la fin de vie

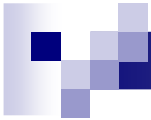


Source : DUAN, Huabo, et al. Life Cycle Assessment Study of a Chinese Desktop Personal Computer. Science of the Total Environment, 2/15, 2009, vol. 407, no. 5. pp. 1755-1764





- Phase de préfabrication (dont extraction des MP), phase d'utilisation dominantes ; pré et fabrication des cartes électroniques dominante.
- Phase d'utilisation très sensible au mix énergétique (et hypothèse durée de vie)
- Phase de traitement de fin de vie potentiellement bénéficiaire (métaux) mais on en est encore très loin



Limites des ACV : sous estimation des impacts !!

- Cf résultats williams
- Mix énergétique
- Impacts transport
- Impacts recyclage (% de « state of art » recyclage)
- Impacts sociaux non évalués
- Etc etc

A decorative graphic consisting of a grid of colored squares in shades of blue, purple, and white, arranged in a pattern that suggests a stylized letter or logo.

Utilisation des Métaux pour EEE

(source UMICORE)

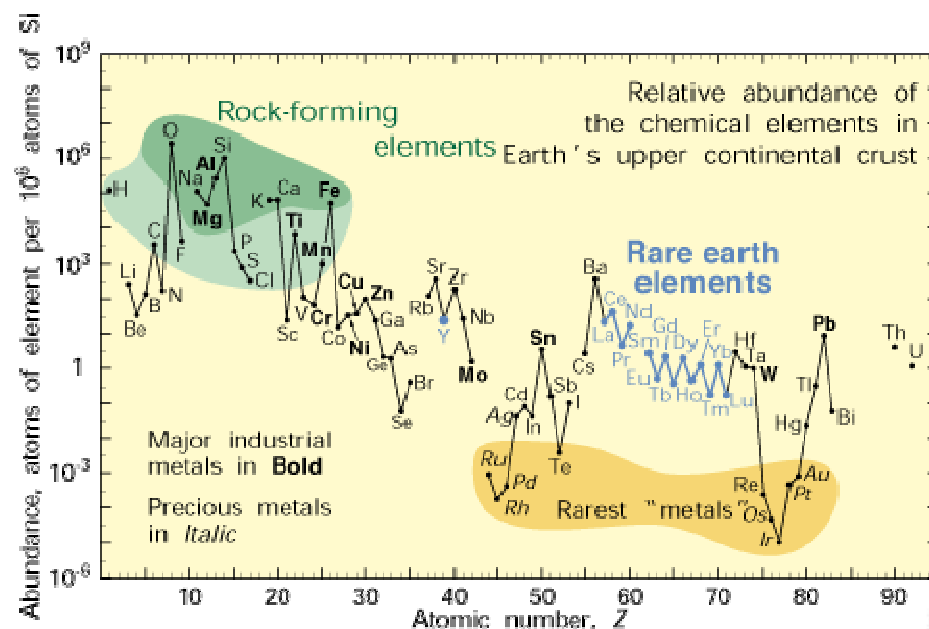
important EEE metals		world mine production*	by- product from	demand for EEE	demand related to mine production	metal price**	value of EEE use	Main uses in electro/electronics
		t/a		t/a		\$/kg	billion \$	
silver	Ag	20.000	(Pb, Zn)	6.000	30%	430	2,6	contacts, switches, (leadfree) solders, conductors, MLCC, ...
gold	Au	2.500	(Cu)	300	12%	22.280	6,7	bonding wire, contacts, IC
palladium	Pd	230	PGM	33	14%	11.413	0,4	Multilayer capacitors (MLCC), connectors, PWB plating, ...
platinum	Pt	210	PGM	13	6%	41.957	0,5	hard disks, thermocouple wires, fuel cells
ruthenium	Ru	32	PGM	27	84%	18.647	0,5	hard disks, resistors, conductive pastes, plasma display panels
copper	Cu	15.000.000		4.500.000	30%	7	32,1	cables, wires, connectors, conductors, transformers, e-motors
tin	Sn	275.000		90.000	33%	15	1,3	(leadfree) solders
antimony	Sb	130.000		65.000	50%	6	0,4	flame retardants, CRT glass
cobalt	Co	58.000	Ni, Cu	11.000	19%	62	0,7	rechargeable batteries
bismuth	Bi	5.600	Pb,W,Zn	900	16%	31	0,03	leadfree solders, capacitors, heat sinks, electrostatic screening, ...
selenium	Se	1.400	Cu	240	17%	72	0,02	electrooptic, copiers, solar cells, ...
indium	In	480	Zn, (Pb)	380	79%	682	0,3	LCD glass, leadfree solders, semiconductors/LED, ...
						total	45,4	
* rounded, source: USGS Mineral commodity summaries 2007; GFMS; JM-Platinum								** avg. 2007

By-product from : couplé au taux de xx% ppm aux métaux majeurs Cu, Pb, Zn, .. (pas de mine spécifique)

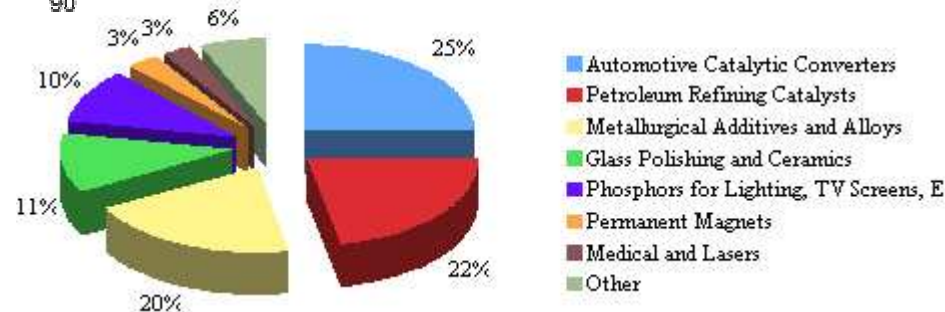
➔ Augmentation de leur production corrélée aux métaux majeurs

Terres « rares »

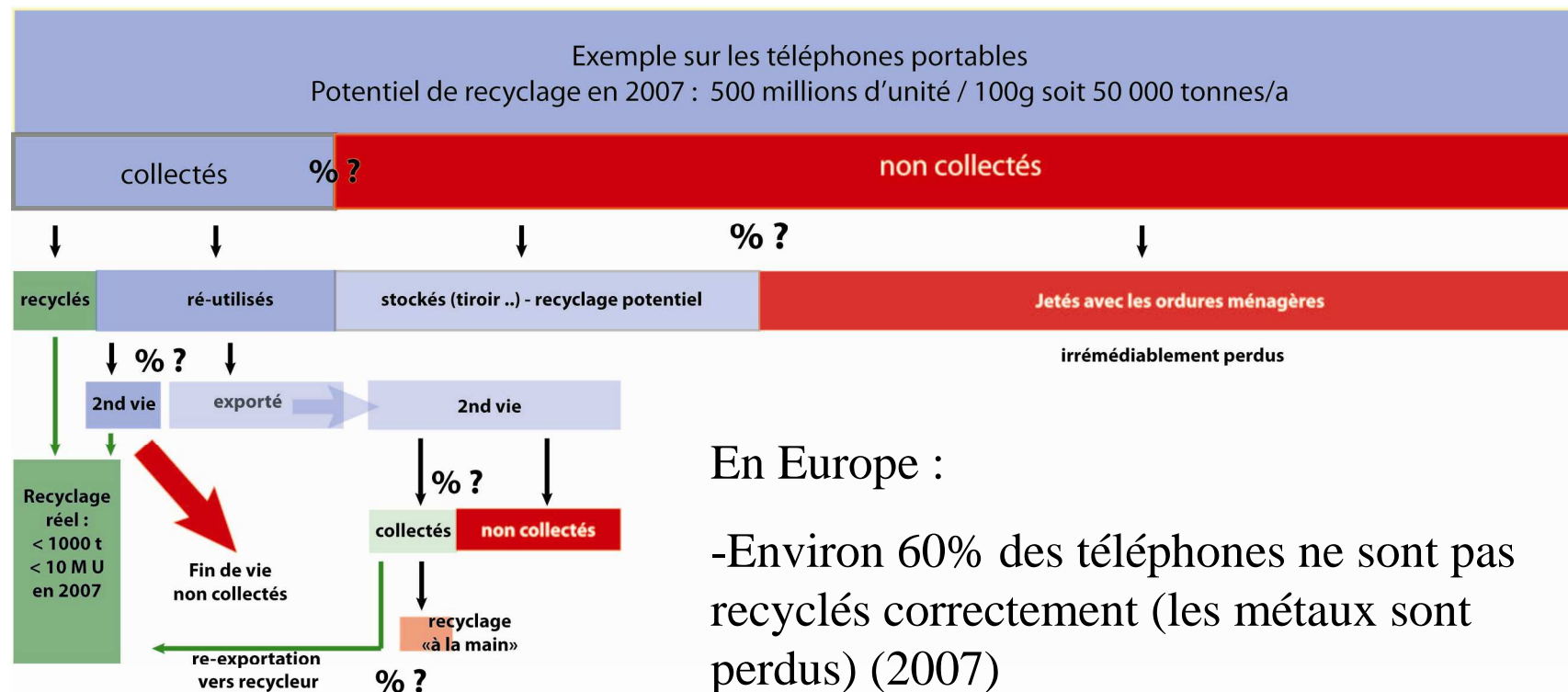
Ou lanthanides (Z=57 à 71) (lanthane, cérium, praséodyme, néodyme, prométhéum, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutécium)



- Pas si rare que cela
- Mais extrêmement dispersées
- Le coût humain et environnemental d'extraction et de traitement est énorme
- La demande mondiale excédera la production de 40000 T/an dans qqs années



Perte de métaux .. (source UMICORE)

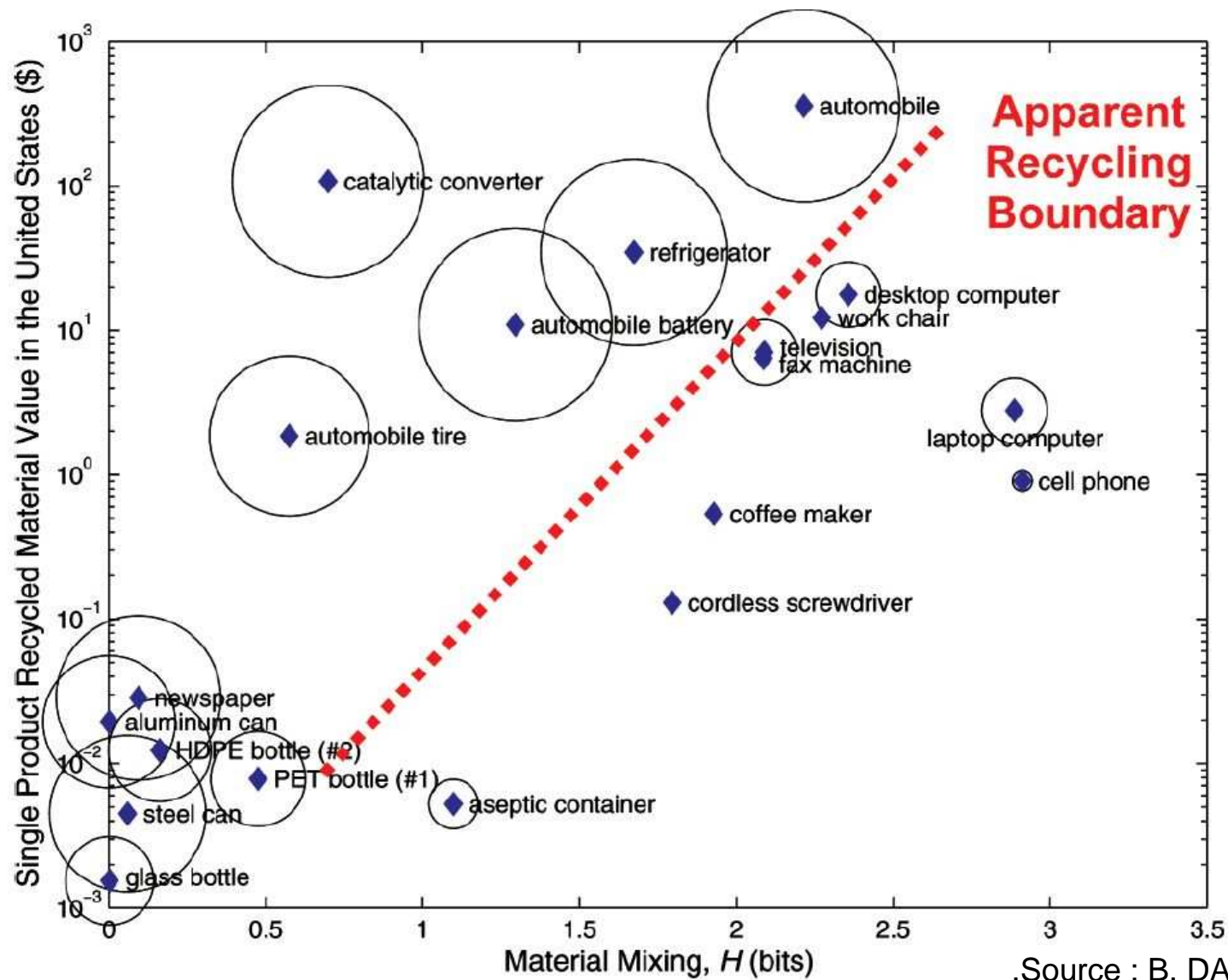
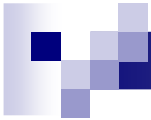


En Europe :

-Environ 60% des téléphones ne sont pas recyclés correctement (les métaux sont perdus) (2007)

-Ce qui représente env. 4 millions de tonnes de CO2

-et env. **351 kg Ag, 34,1 kg Au, 14,4 kg Pd et 400g Pt** pour une seule année



.Source : B. DAHMUS & T.G. GUTOWSKI, 2007

Impacts sur la santé et l'environnement

Du berceau ..

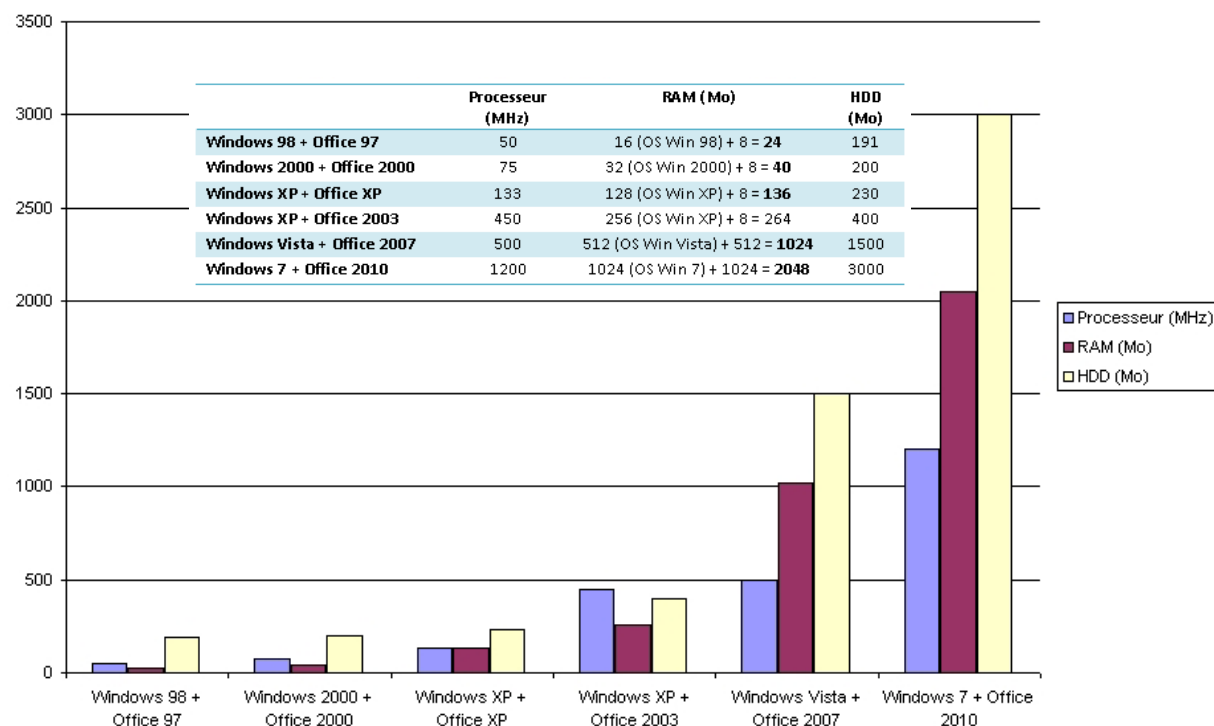
- Au moment de l'extraction des minéraux → impact sur l'environnement et la santé à cause des poussières
- Décomposition du minerai par une attaque chimique (acides ou soude) → pollution
- La purification rejette des métaux lourds (Pb, Me, Cd) dans l'atmosphère

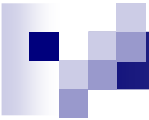
à la tombe ..

- La quantité de déchets exportés illégalement ne cesse d'augmenter ...
- Dans les régions concernées, les méthodes de récupération des métaux (Or, Ag, Cu) sont dramatiques pour la santé et l'environnement (écosystèmes, eau, sédiments, air, sol, poussières .. bioaccumulation)
- et des tonnes de métaux précieux sont irrécupérables !
- Dans les régions industrielles, les technologies utilisées ne permettent pas de tout récupérer (ex écrans plats) → pertes

Le rôle clé des logiciels (source greenit.fr)

**La puissance utilisée pour rédiger un document double tous les 2 ans
(phase d'usage du poste de travail)**





Des solutions (en général) ?

- Améliorer l'éco-conception (matériel , logiciels)
- Améliorer les techniques de recyclage
- Améliorer les aspects structurels du recyclage
- Renforcer la législation (environnementale et sociale) sur les conditions d'extraction minières et de traitement des minéraux
- Renforcer les contrôles etc etc



Et nous ?

Quels sont nos moyens d'action ?

- Penser « durabilité »
- Former, informer, sensibiliser
- Acheter éco-conçu (pression sur les constructeurs) (EPEAT, TCO, 80plus Gold)
- Intégrer des critères sociaux dans les cahiers de charges (pression sur les constructeurs)

.. Acheter moins, consommer moins (équipements, papier, énergie, bâtiments, etc.), et faire traiter vos déchets dans les règles de l'art !

.. La solution n'est essentiellement pas technique, elle est conceptuelle, organisationnelle, structurelle,...