L'impact environnemental lie aux nouvelles technologies: de la fabrication à leur mise au rebut

Françoise Berthoud
Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr

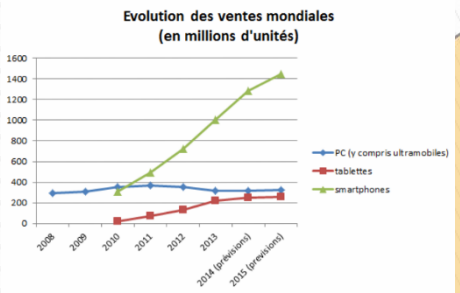
www.ecoinfo.cnrs.fr

Lycéum club de Grenoble
18 novembre 2015

© marilook - Fotolia

DD : volet social

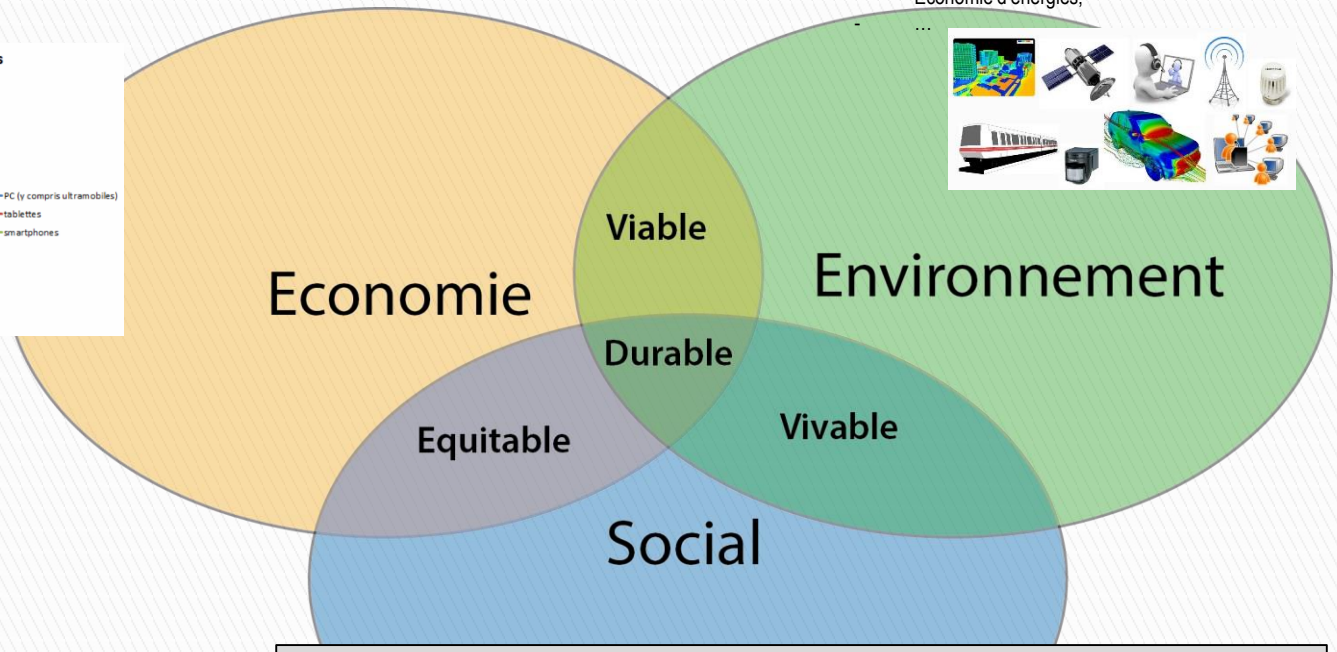
Monde 2014 : 7 milliards d'abonnements téléphonique (source IUT 2014)
En France : 79,3 millions de cartes SIM en service (source ARCEP, avril 2014)



Sources : Gardner, IDC 2014

Part TIC dans PIB (France)	4,18%
Part TIC dans emplois	2,82 %

Volet écologique :
- Modélisation
- Monitoring environnemental
- Économie d'énergies,
- …



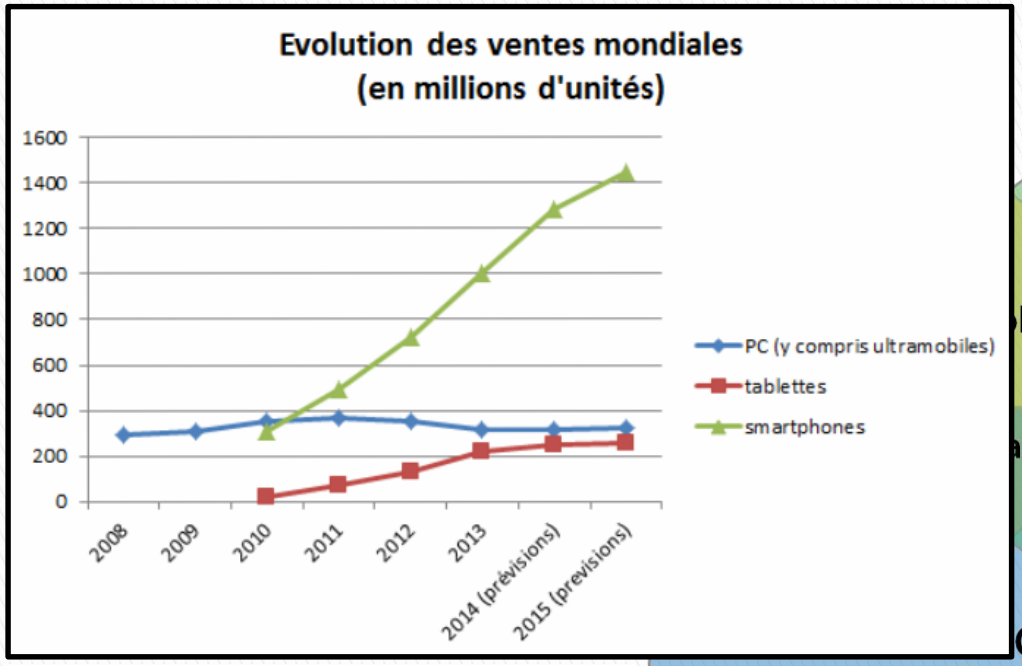
Volet social :

- *Circulation de l'information*
- *Technologie relationnelle*
- *Formation / Santé*
- *Réduction des inégalités ?*

EcoInfo

DD : volet économique

Monde 2014 : 7 milliards d'abonnements téléphonique (source IUT 2014)
En France : 79,3 millions de cartes SIM en service (source ARCEP, avril 2014)



Part TIC dans PIB (France)	4,18 %
Part TIC dans emplois	2,82 %

Volet écologique :
- Modélisation
- Monitoring environnemental
- Économie d'énergies,
- …

Environnement

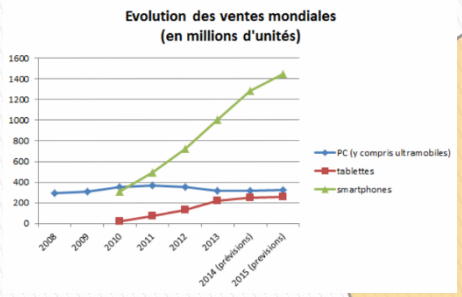
Vivable

Volet social :
- *Circulation de l'information*
- *Technologie relationnelle*
- *Formation / Santé*
- *Réduction des inégalités ?*

Sources : Gardner, IDC 2014

DD : volet environemental

Monde 2014 : 7 milliards d'abonnements téléphonique
En France : 79,3 millions de cartes SIM en service (sou
2014)

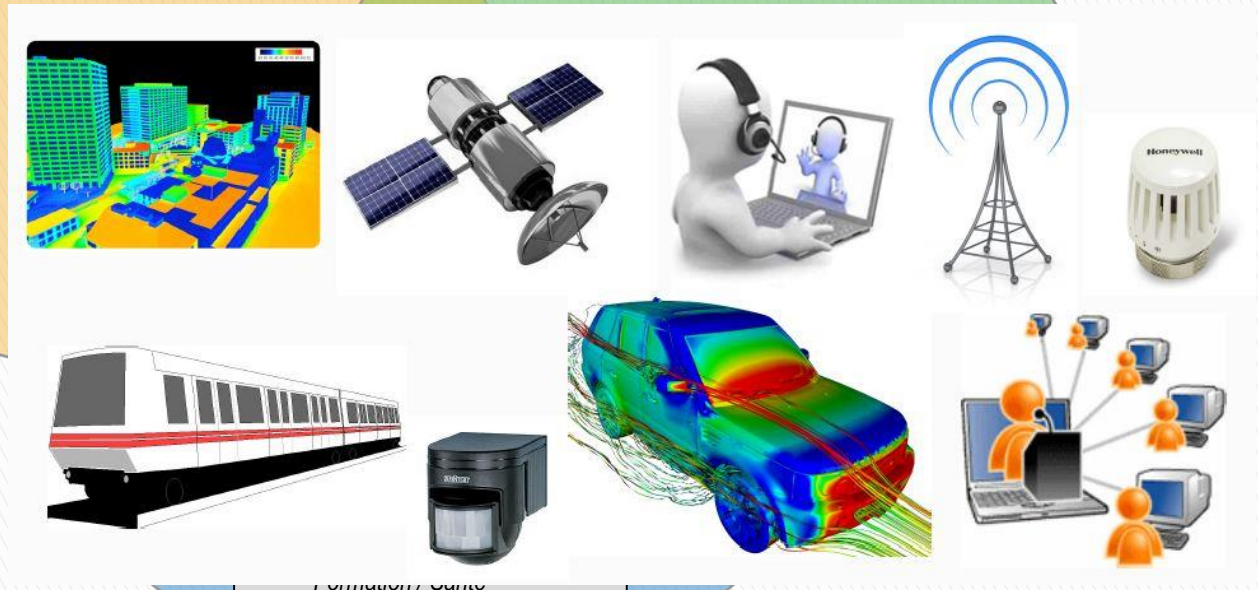


Sources : Gardner, IDC 2014

Part TIC dans PIB (France)	4,18%
Part TIC dans emplois	2,82 %

Volet écologique :

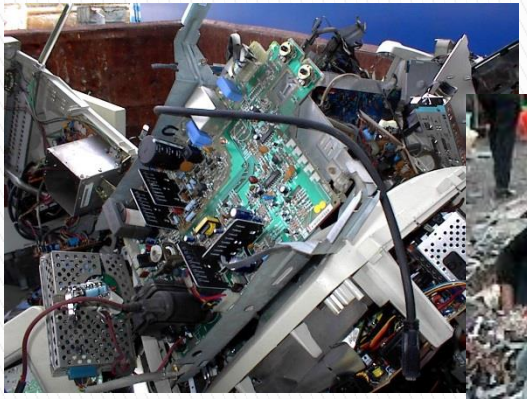
- Modélisation
- Monitoring environnemental
- Économie d'énergies,
- …



- *Réduction des inégalités ?*

EcoInfo

Mais …



EcoInfo

	TIC comme problème	TIC comme solution
Technologie (effets directs)	Cycle de vie production Utilisation déchet	Modélisation Simulation Mesures …
Application (effets indirects)	Effets d'induction Effets d'obsolescence	Effets de substitution Effets d'optimisation
Comportements et changements structuraux (effets systémiques)	Effets rebond Émergence de nouveaux risques	Vers une transition soutenable de la production et de la consommation

Source : « ICT for sustainability : an emerging research field », 2014, Lorenz Hilty & Bernard Aebischer

EcoInfo

1

© CNRS

2

EcoInfo

2 % de GES

Entre 2 et 10 %, ce sont les GES émis par le secteur des TICs dans le monde, concensus autour de 4 ou 5%

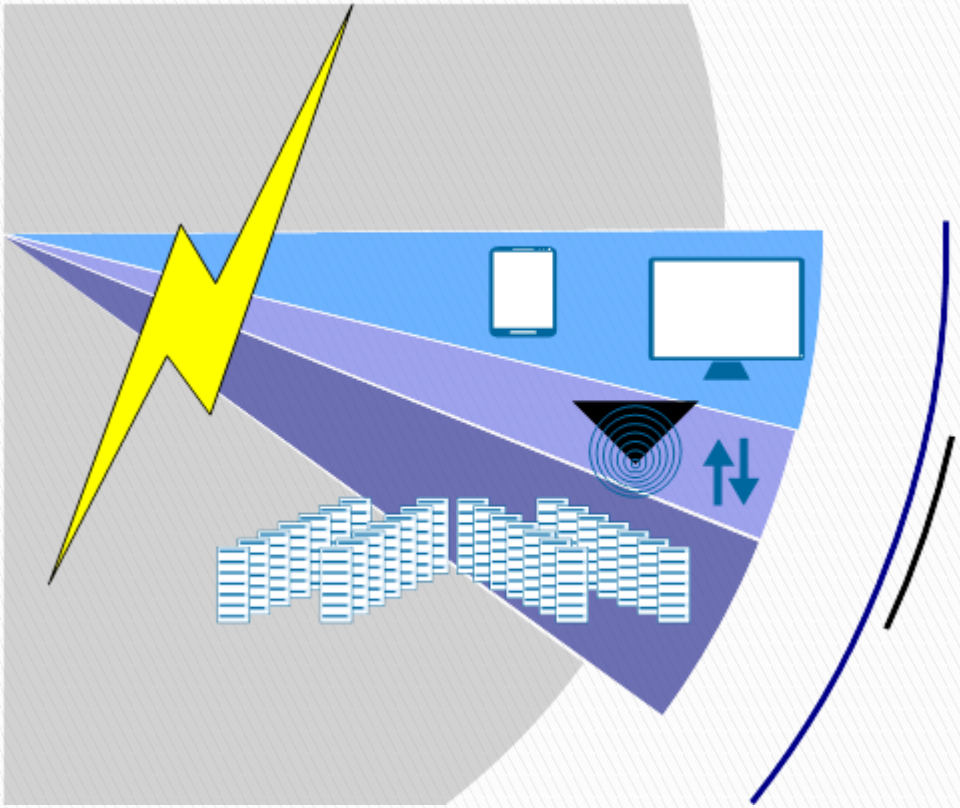
C’est plus que les GES générés par l’aviation civile (2%)

EcoInfo

3

3 grands secteurs

Consommation des TIC



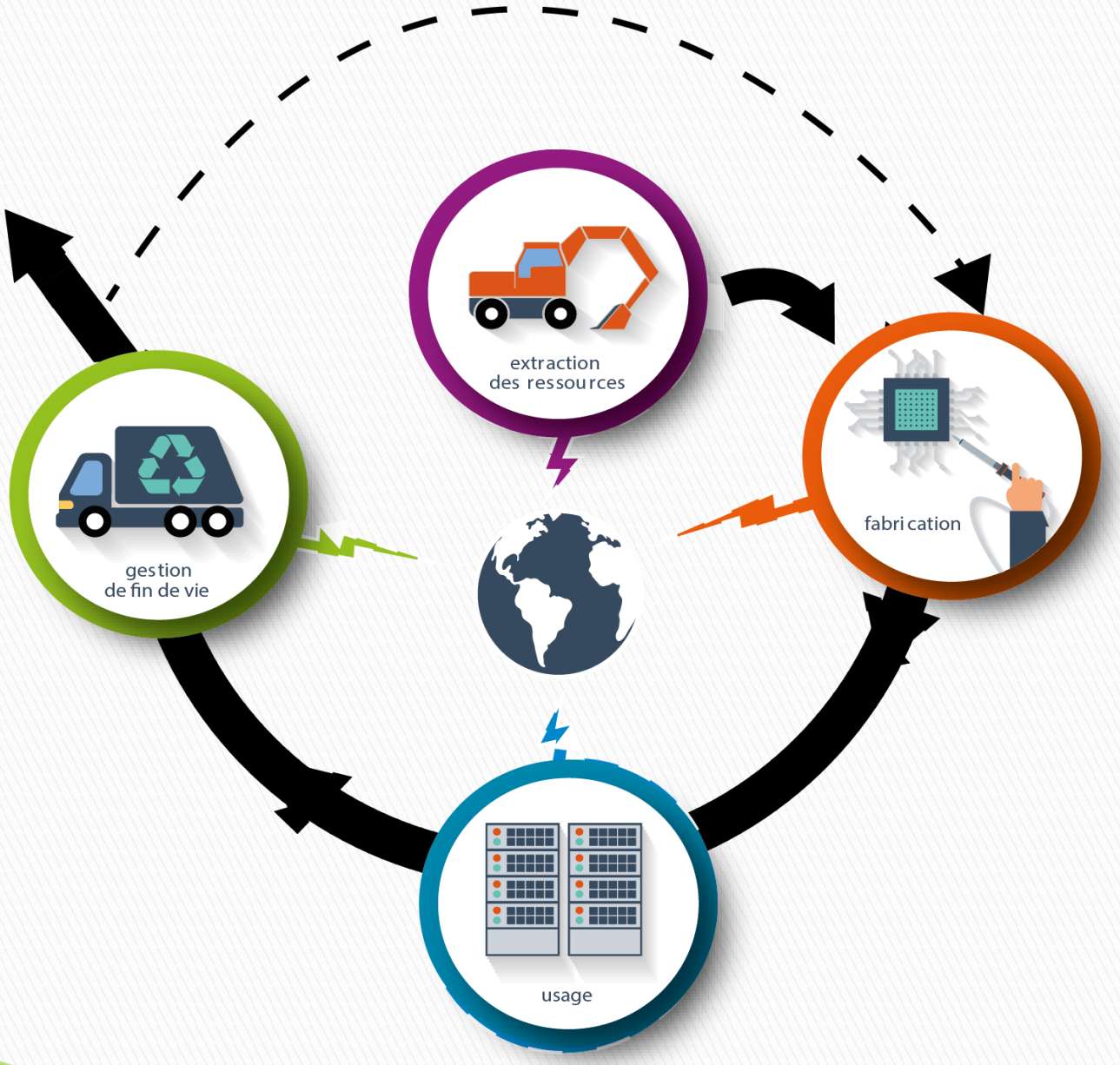
10 % de la production d'électricité mondiale est consommée par les TIC.

Croissance de 7% par an

EcoInfo

4

4 phases dominantes dans le cycle de vie


extraction
des ressources
fabrication
usage
gestion
de fin de vie

EcoInfo

ACV: approche multi-critères

Consommation d'énergie primaire: consommation des ressources naturelles énergétiques

Changement climatique: émissions de gaz à effet de serre

Destruction de la couche d'ozone: dommages effectués à la couche d'ozone

Toxicité humaine: émissions dans l'air, l'eau, et le sol de substances toxiques présentant un risque potentiel pour l'homme

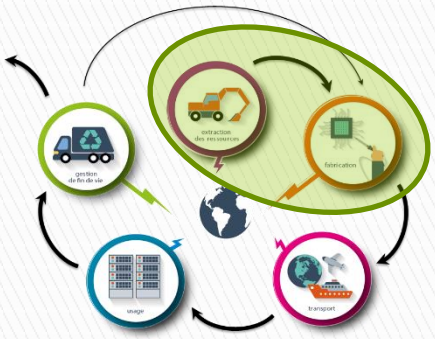
Ecotoxicité aquatique: émissions dans l'air, l'eau, et le sol de substances toxiques présentant un risque potentiel pour la faune et la flore aquatique

Eutrophisation des eaux: diminution de ka faune et la flore aquatique due à la formation excessive d'algues consommatrices d'O_2 favorisée par une concentration excessive de nutriments

Consommation d'eau: consommation d'eau tout au long du cycle de vie

EcoInfo

Phase de fabrication

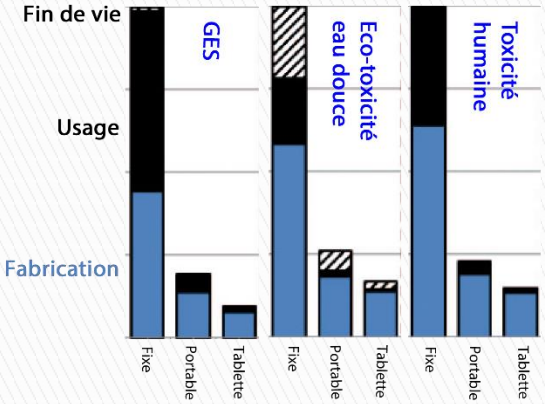


Composants électroniques

Ecrans

Batterie

Plus l'objet est petit, plus la phase de fabrication domine



Source : « 1h utilisation de l'équipement en Europe », Hischer, 2014

Impacts dominants

Déplétion des métaux

Eco-toxicité terrestre et aquatique

Toxicité humaine (substances carcinogènes)

Eutrophisation

Réchauffement climatique

EcoInfo

Phase de transport

Les impacts de cette phase sont non significatifs sauf lorsque le transport est effectué en avion,
Et dans ce cas, les impacts sont faibles relativement aux autres phases

EcoInfo

Phase d'utilisation

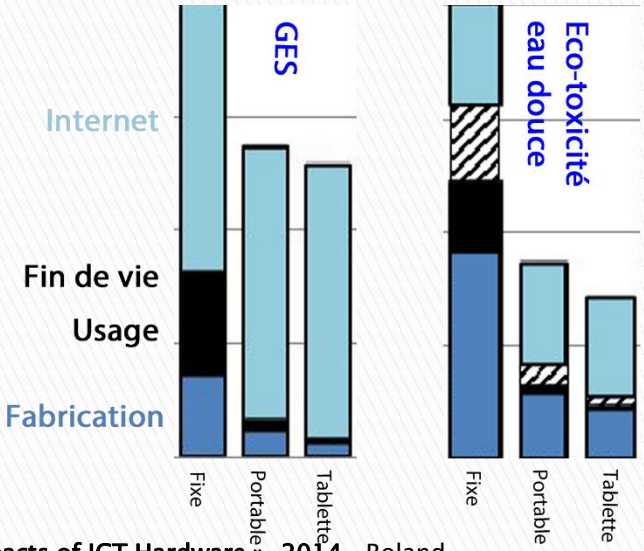
Les impacts sont directement fonction de la quantité d'énergie utilisée
- par les équipements terminaux,
- les équipements réseaux et
- les serveurs distants/infrastructure

Plus l'espace de stockage de l'équipement terminal est faible, plus les impacts du cloud dominent

Impacts dominants

Réchauffement climatique

Eutrophisation



Source : « **Grey Energy and Environmental Impacts of ICT Hardware », 2014,** Roland Hischier, Vlad C. Coroama, Daniel Schien, and Mohammad Ahmadi Achachlouei1

EcoInfo

Phase de fin de vie

Cette phase est assez mal modélisée (scénarios très simplistes) ➔ pas de conclusions définitives

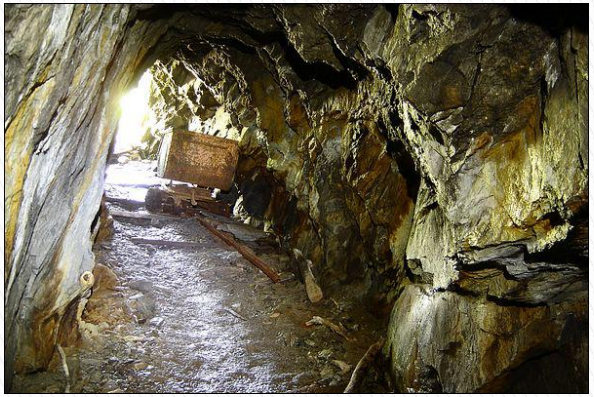
- Les impacts (éco-toxicité, toxicité humaine, GES) ressortent peu
- Les bénéfices (ressources fossiles, métaux) ne ressortent pas car pas de consensus pour leur prise en compte

EcoInfo

5

5 Millions de morts dans la guerre civile du Congo (Coltan)

EcoInfo

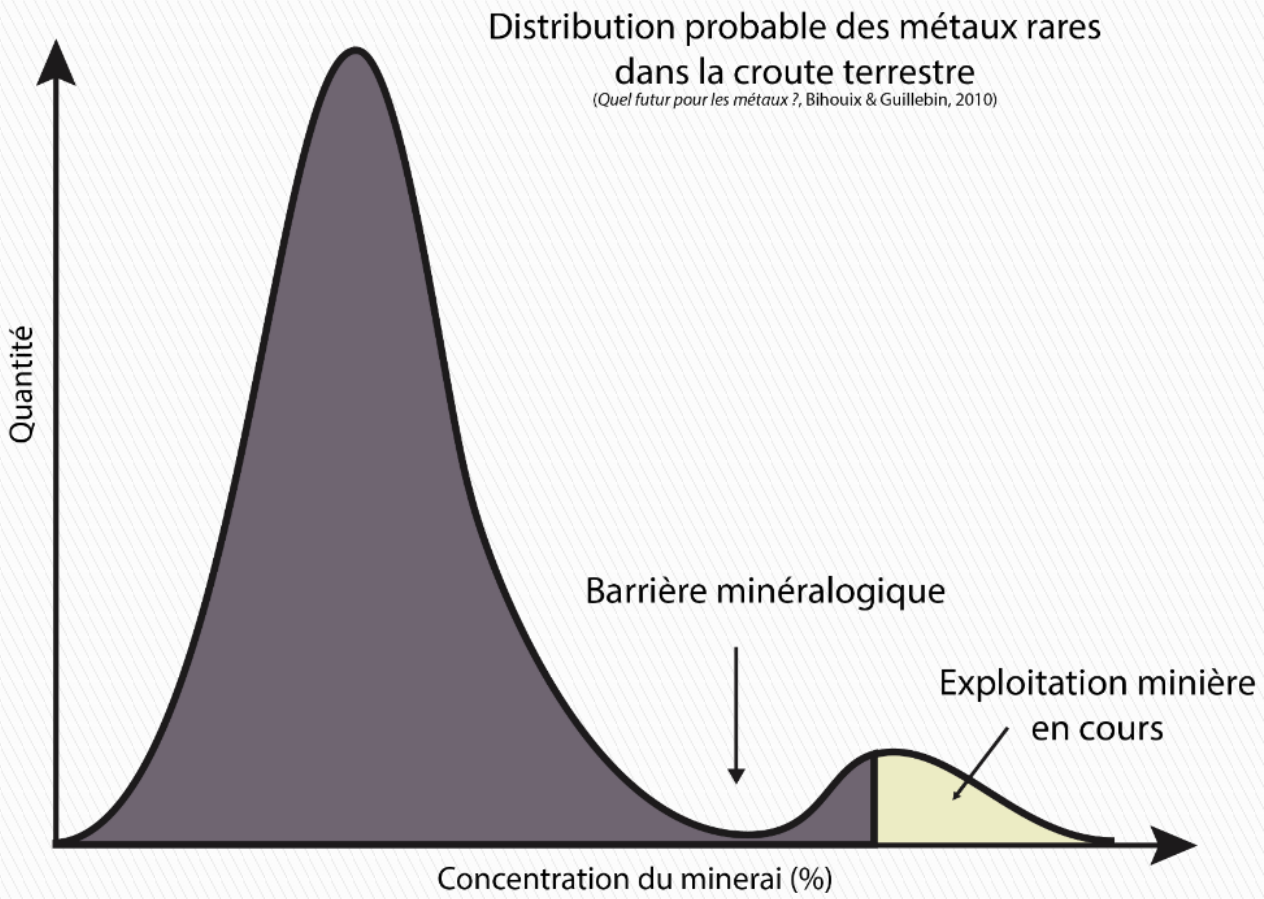


OR : 5g / tonne de minerai,
c'était le bon temps !

Congo : 5 millions de morts

http://www.arte.tv/fr/faits/3696128.html

EcoInfo


Distribution probable des métaux rares
dans la croute terrestre
(Quel futur pour les métaux ?, Bihouix & Guillebin, 2010)
Quantité
Barrière minéralogique
Exploitation minière
en cours
Concentration du minerai (%)

Un problème de ressources, pas juste d'énergie

Minerais de moins en moins concentrés

Extraction des matières premières requérant toujours plus d'énergie

Production d'énergie requérant toujours plus de matières premières

Energie toujours moins accessible

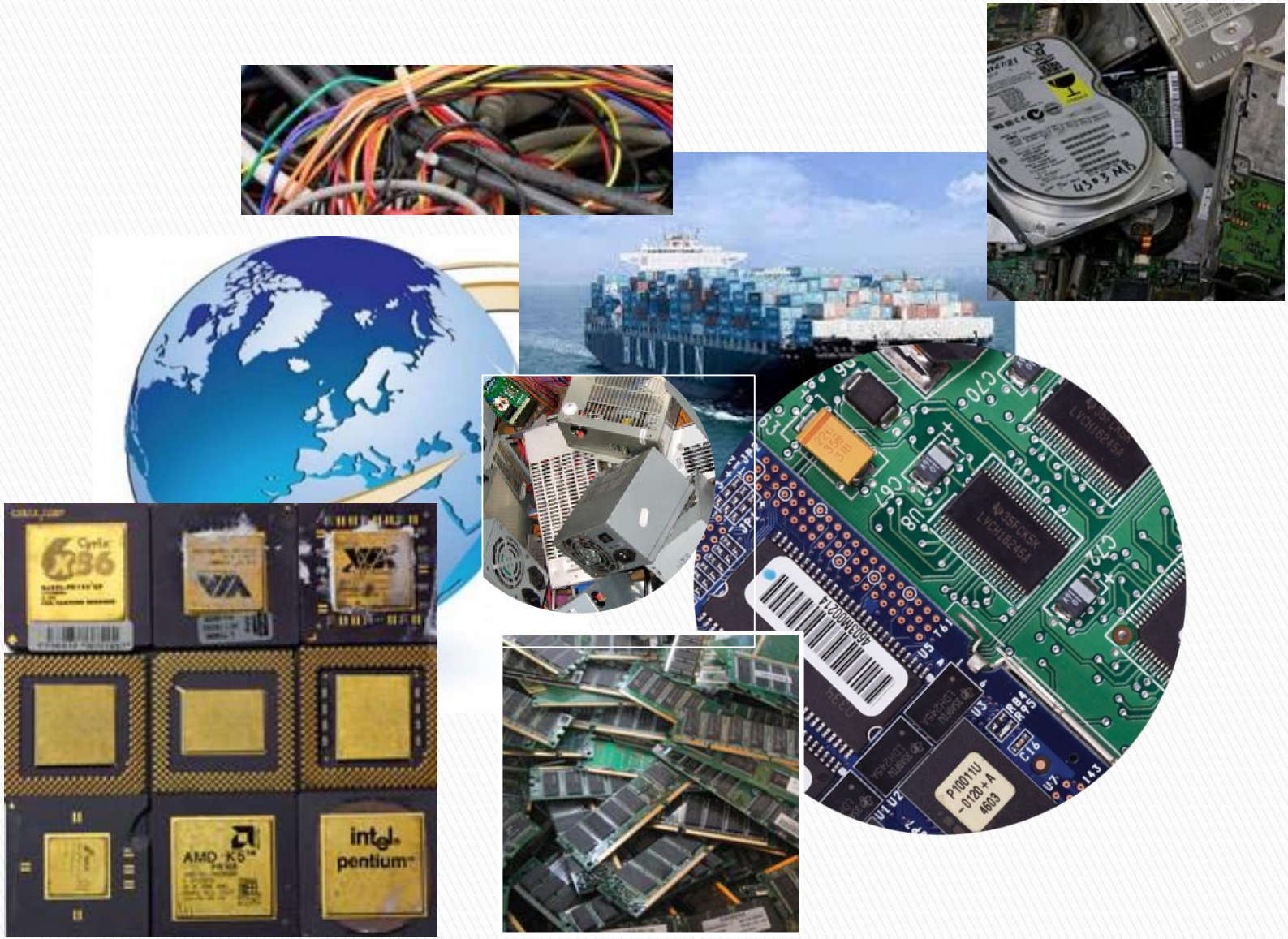
EcoInfo

Bihouix, 2015

6

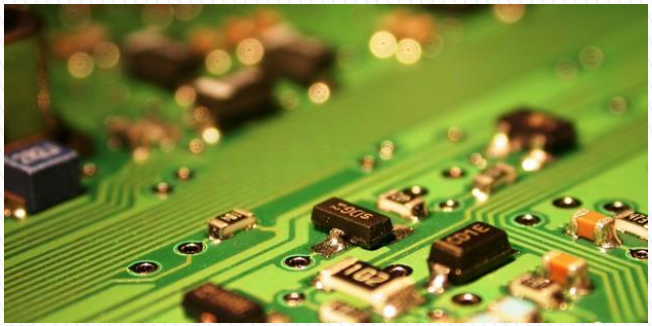
Au moins
6
niveaux
de sous-traitance
pour fabriquer
un ordinateur

EcoInfo



EcoInfo

- Conducteurs, contacteurs, interrupteurs
- Batteries
- Retardateur de flamme
- Soudures
- Condensateurs
- Divers (précieux)
- Optoélectronique
- Divers (autres)
- Autres



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											

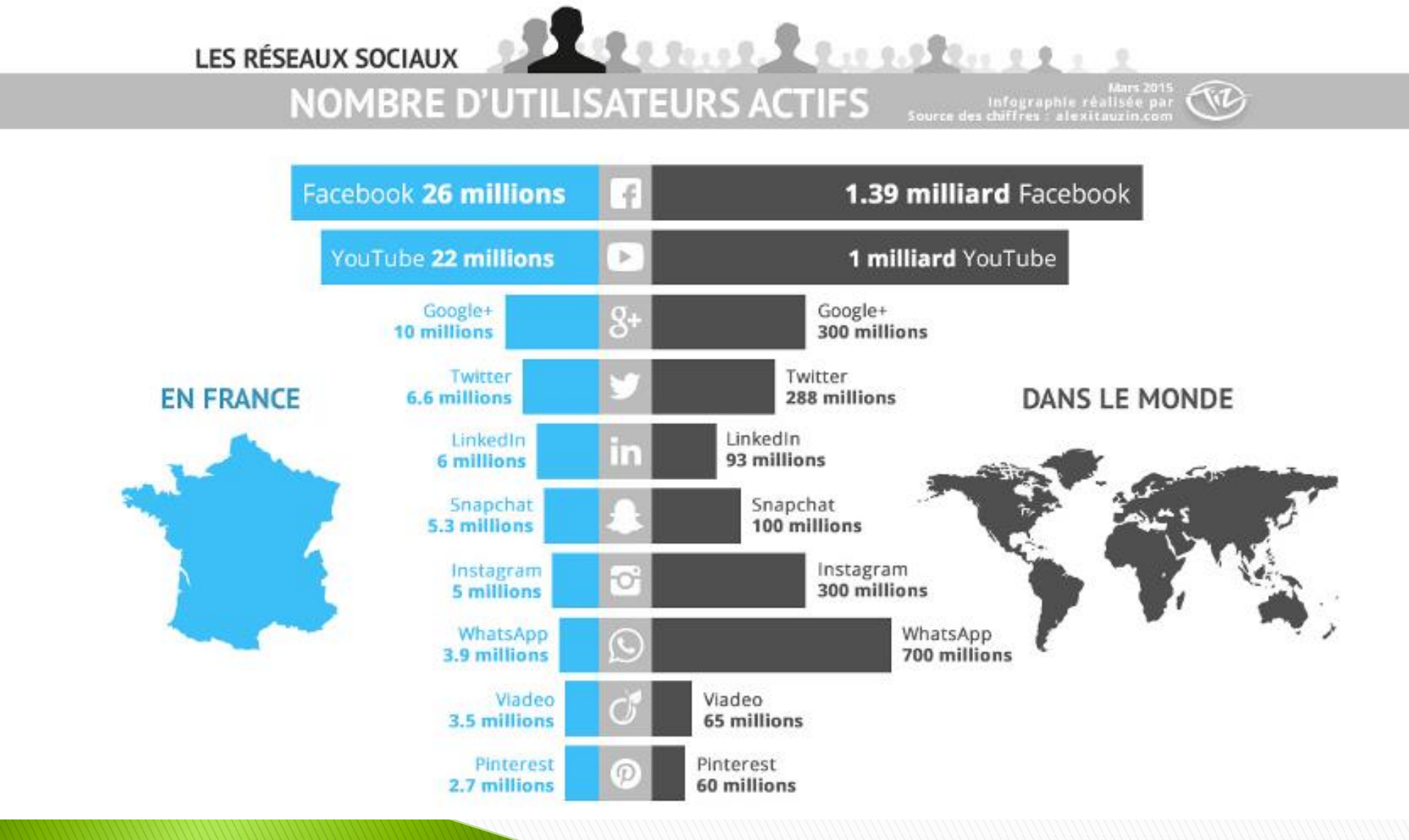
EcoInfo

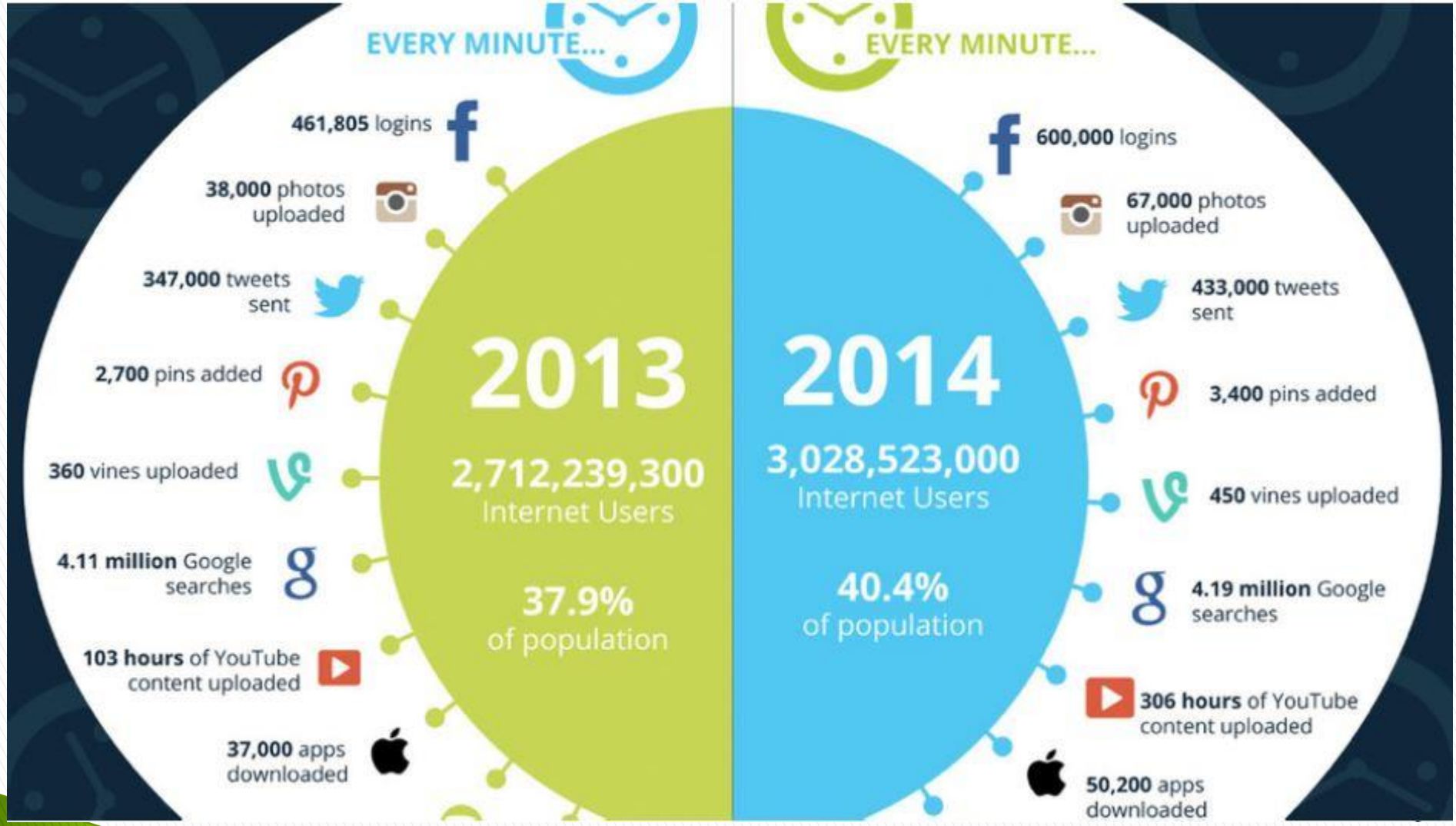
Bihouix, 2015

7

7 jours / 7, 365 jours / an

Tendances : plus de services




EVERY MINUTE...
461,805 logins
38,000 photos uploaded
347,000 tweets sent
2,700 pins added
360 vines uploaded
4.11 million Google searches
103 hours of YouTube content uploaded
37,000 apps downloaded
2013
2,712,239,300
Internet Users
37.9%
of population
2014
3,028,523,000
Internet Users
40.4%
of population
EVERY MINUTE...
600,000 logins
67,000 photos uploaded
433,000 tweets sent
3,400 pins added
450 vines uploaded
4.19 million Google searches
306 hours of YouTube content uploaded
50,200 apps downloaded

EcoInfo

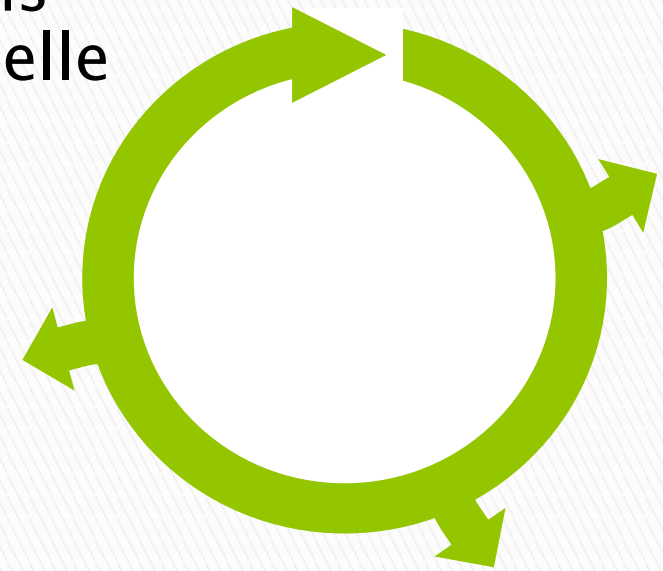
8

EcoInfo

Une dispersion à l'infini

Economie circulaire ?

Recyclage sans perte fonctionnelle



Usages dispersifs

“Recyclage” avec perte fonctionnelle (usage dégradé)

Perte mécanique, Mise en décharge

EcoInfo

En France,
environ 65 % non recyclés
dans filières règlementées

- En France (étude récente de bio intelligence service, 2013), sur **17 à 24 kg**
  - 6,9 kg sont collectés dans des filières gérées par les éco-organismes
  - 1 kg dans les ordures ménagères
  - 1 kg dans les encombrants
  - 4,9 kg dans la ferraille broyée
  - ..

Enfouis ou incinérés

- Entre 19 et 57% qui disparaissent des circuits ??
  - Une partie dans des filières non gérés par les éco-organismes (producteurs …)
  - Une partie dans les placards
  - Une partie exportée comme « équipements d'occasion »
  - Une partie volée dans les déchetteries

EcoInfo

Pourquoi ?

6,07€/kg de circuits imprimés catégorie 1-A

Circuits imprimés de la catégorie 1 - A

- Images d'exemple =>

Description :

Les circuits imprimés de la catégorie 1-A sont des anciens circuits imprimés disposés de contacts / connecteurs dorés par procédé de galvanisation, d'un grand nombre de petites puces posées étroitement qui sont issues de systèmes d'ordinateurs / serveurs dans la plupart du temps. Les platines ne doivent pas manquer de composants courants, les adhérences (p. ex. tôles, cadres et dissipiateurs de chaleur) ont été éliminées.

Prix d'achat au 22.09.2015

- **6,07 €/kg jusqu'à 1 t**

Prix pour les lots spéciaux ou les plus grands lots sur demande / après l'examination des matériaux

Circuits imprimés de la catégorie 1 - B

- Images d'exemple =>

Description :

Les circuits imprimés de la catégorie 1-B sont des circuits imprimés issus des ordinateurs / appareils industriels qui ont des dorures visibles, de nombreux puces / transistors et contacts mâles contenant de métaux précieux. Pour les cartes graphiques / Sound il faut noter : seulement jusqu'à l' année de production 2000. Les tôles et dissipiateurs de chaleur ainsi que les batteries ont été éliminés.

Prix d'achat au 22.09.2015

- **4,55 €/kg jusqu'à 1 t**

Prix pour les plus grandes quantités sur demande ou après l'examination des matériaux

Circuits imprimés de la catégorie 1 - C

Description :

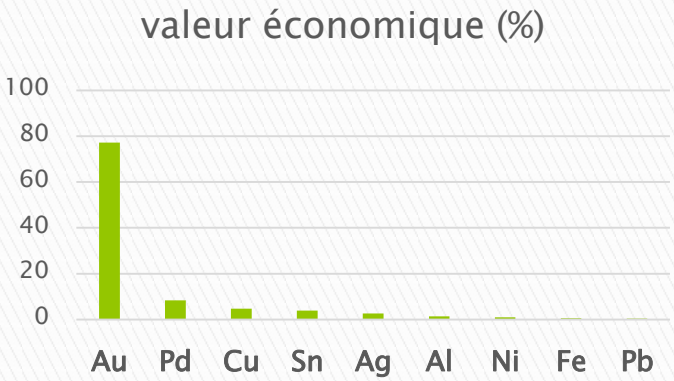
Les circuits imprimés de la catégorie 1-C sont les cartes mère colorées issues des ordinateurs (jaunes, bleues, oranges, violettes, et en plus des cartes vertes à partir de

Prix d'achat au 22.09.2015

- **1,97/kg jusqu'à 1 t**

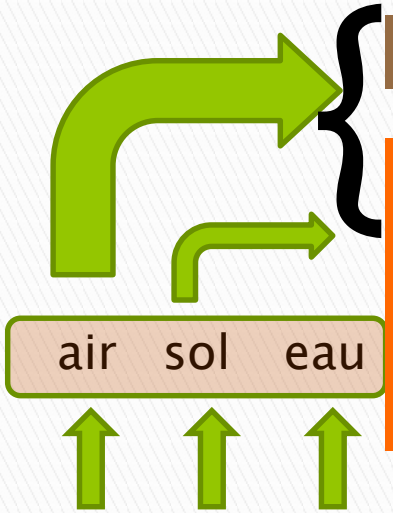
Prix pour les plus grandes quantités sur demande ou après l'examination des matériaux

Des informations sont nécessaires pour la connexion à eduroam.
Cliquez pour fournir des informations supplémentaires



EcoInfo

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 dégradable et bio-accumulables
- Phtalates (issus des plastiques) : bio-accumulables, persistants
- Solvants , agents tensio-actifs (bioamplification), composés chimiques perfluorés, dioxine, furane
- Etc.

EcoInfo

Le recyclage dans la vraie vie …

- < 1%
- 1 – 10%
- 10 – 25%
- 25 – 50%
- > 50%

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											

Source : UNEP / Recycling rates of metals 2011

EcoInfo

9

EcoInfo

Comme « neuf »

EcoInfo

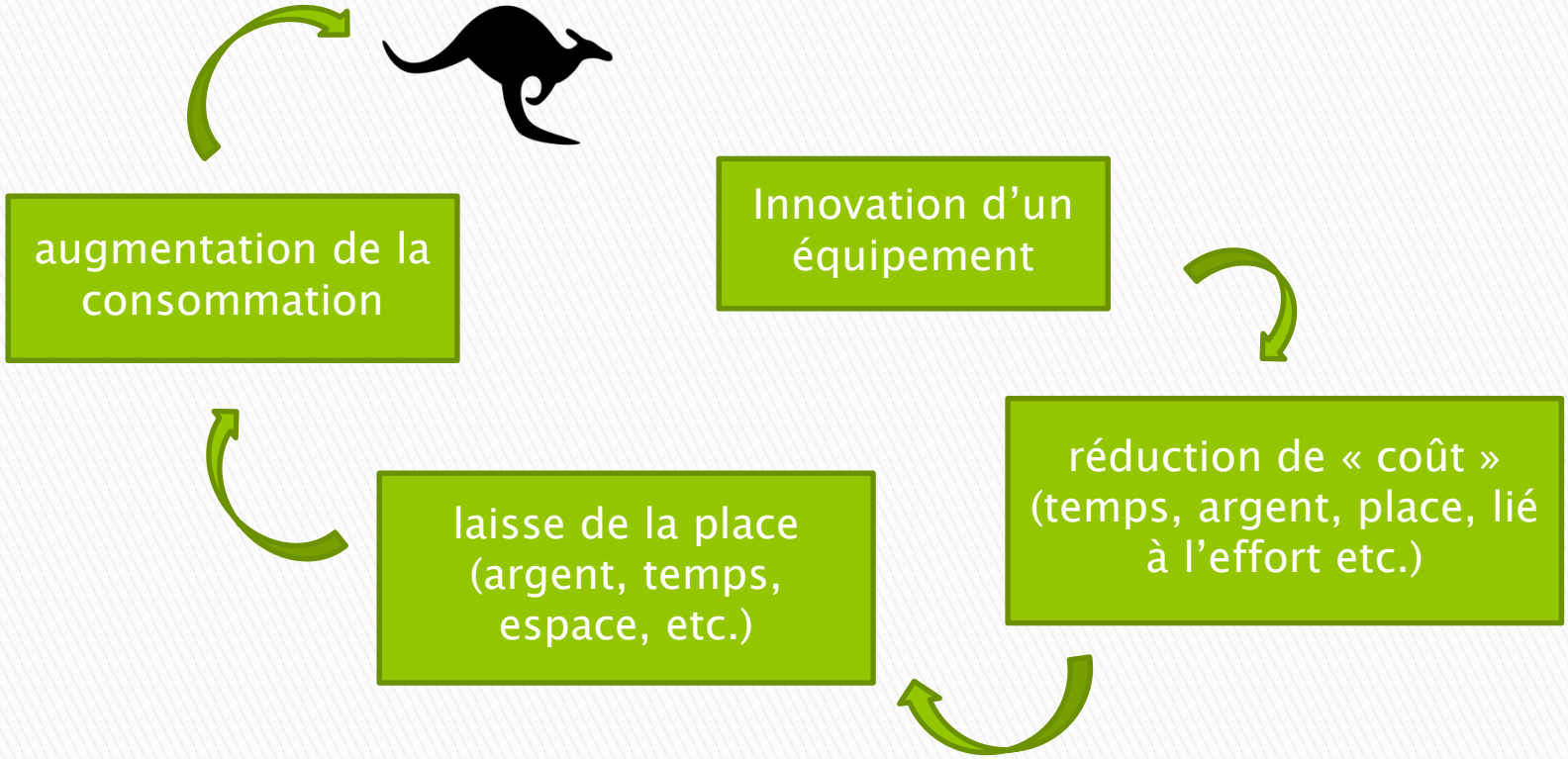
Réfrigérateur	10 a
Lave linge	10 a
aspirateur	8 a
téléviseur	8 a
ordinateur	4 a
imprimante	4 a
Téléphone mobile	2 a

D'après une étude de l'ademe 2012

Obsolescence

- Technique
- Conceptuelle
- Commerciale (ref)
- Pas de pièces détachées
- Pièces détachées très chères
- Outils spécifiques
- Logiciel obsolète
- Logiciels de plus en plus gourmand en ressources
- Interdépendance équipements
- Psychologique
- Mode

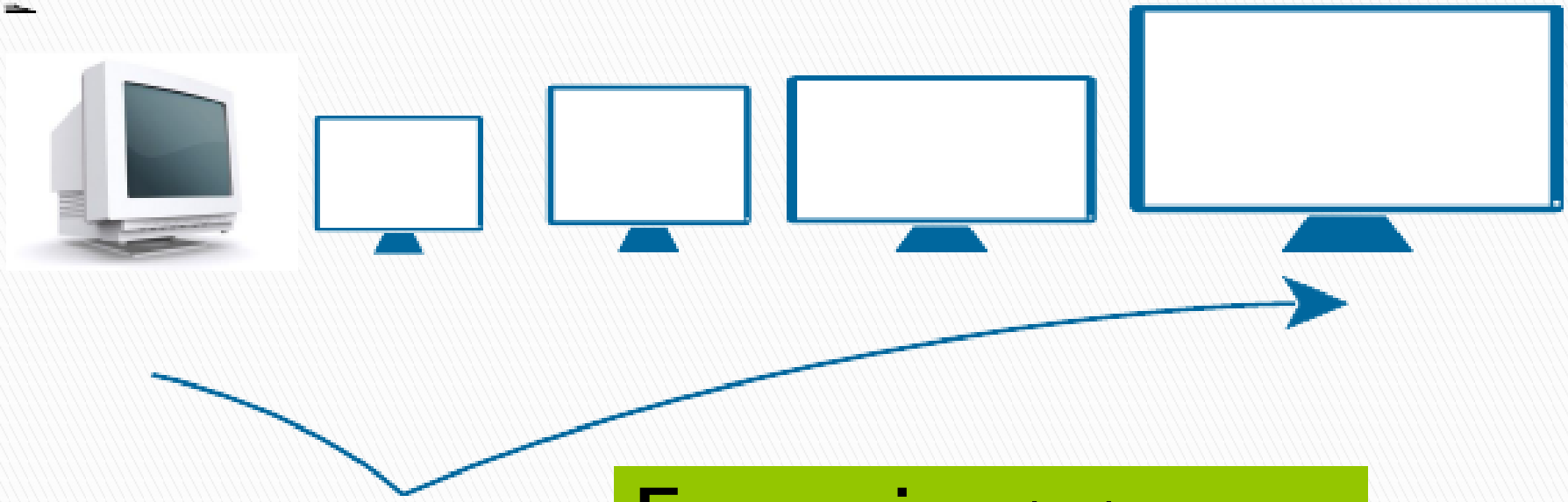
EcoInfo



➔ les économies d'énergie ou de ressources initialement prévues par l'utilisation d'une nouvelle technologie sont partiellement ou complètement compensées suite à une adaptation du comportement de la société.

EcoInfo

Source : wikipedia.fr



Energie ++
Déchets ++
Ressources ++

EcoInfo

10

Quelles pistes d'amélioration ?

Producteur :

- Matériel plus robuste
- Plus facile à démanteler
- Modulaire
- Plus facile à réparer
- Plus robuste

Législateur :

- Augmenter les contrôles aux frontières
- Renforcer l'arsenal législatif pour lutter contre l'obsolescence programmée
- Renforcer les objectifs de recyclage et le contrôle des pratiques en interne (label, etc.)

Politique :

- Améliorer la collecte
- Mise en place de dispositifs pour inciter à la réparation …
- Informer
- Acheter éco-responsable (acheteurs publics)
- …

Et nous ?

EcoInfo

En conclusion

1 – Comme la souris, l'informatique n'est pas verte et en est encore très loin.

2 – Les « découvertes » ne sont ni bonnes ni mauvaises pour l'environnement, elles deviennent ce qu'on en fait dans un système complexe mondialisé.

3 – On ne peut plus se permettre des « transferts de pollution » il s'agit de penser globalement les conséquences de nos actes.

Merci !

Des questions

www.ecoinfo.cnrs.fr