Le tout numérique, une solution au changement climatique ?

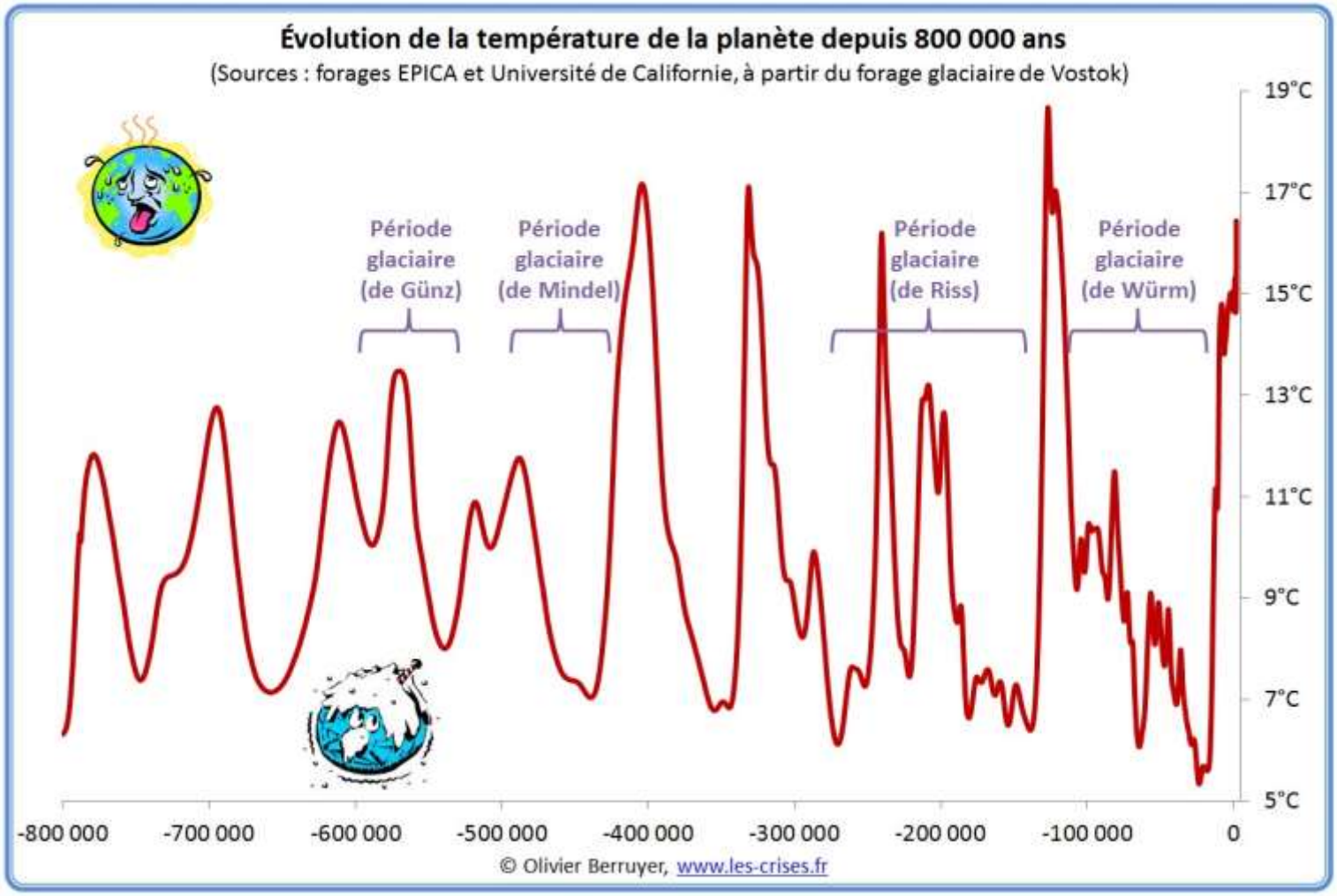
Françoise Berthoud
Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr

www.ecoinfo.cnrs.fr

Grenoble, 1 décembre 2017

BY NC ND

Le climat depuis …

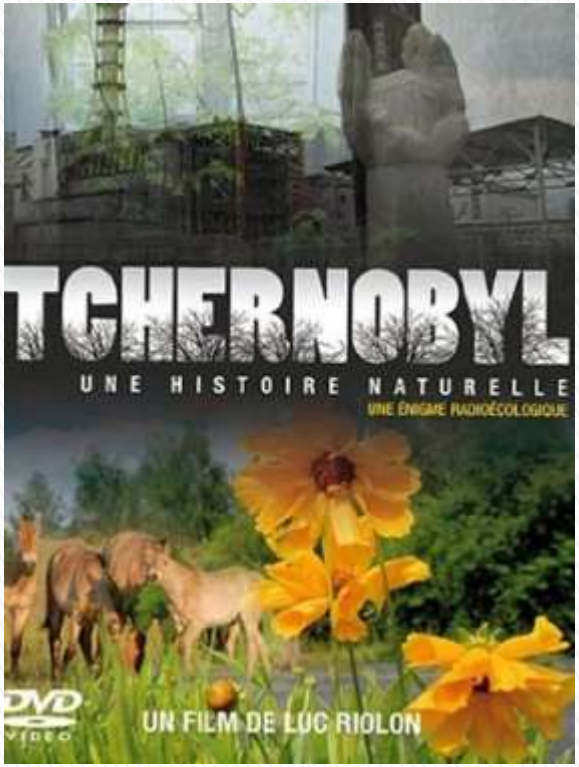


EcoInfo

Adaptation de l'homme :

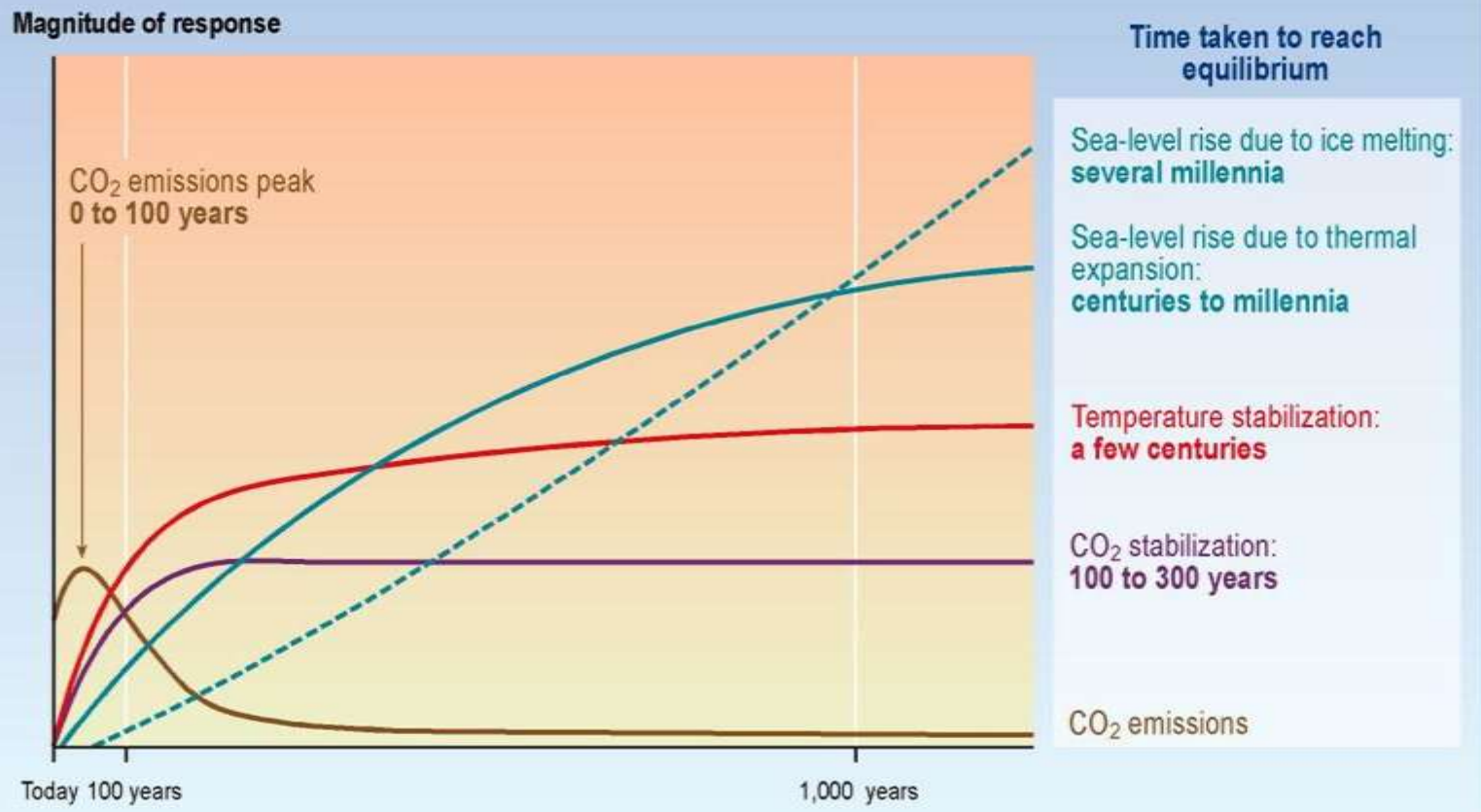
EcoInfo

Nature et résilience



Ecol

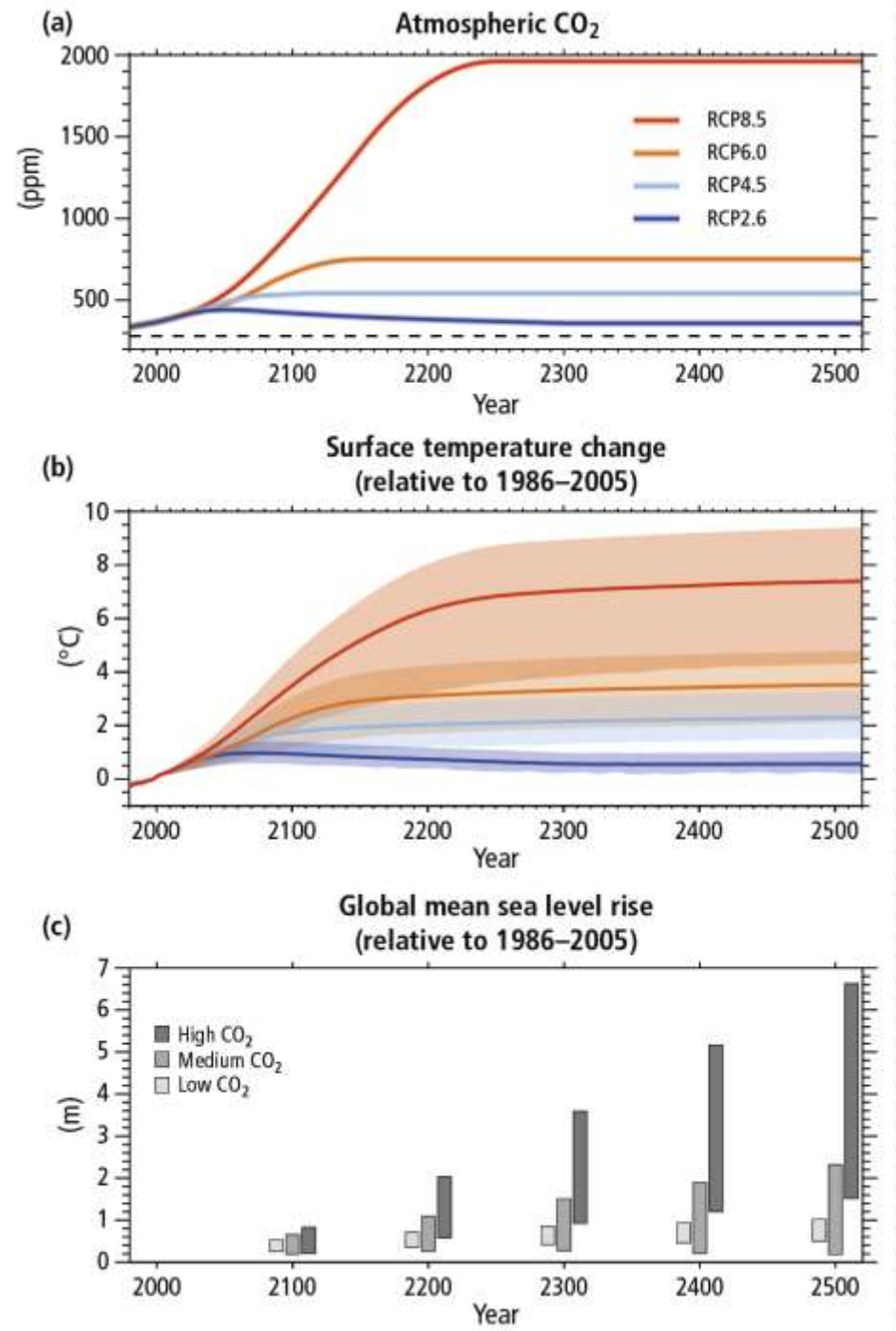
CO_2 concentration, temperature, and sea level continue to rise long after emissions are reduced



SYR - FIGURE 5-2

Rapport du GIEC – 2014

(par rapport à la moyenne des T entre 1985 et 2005 qui était déjà de env 0,5 au dessus des températures de 1950)



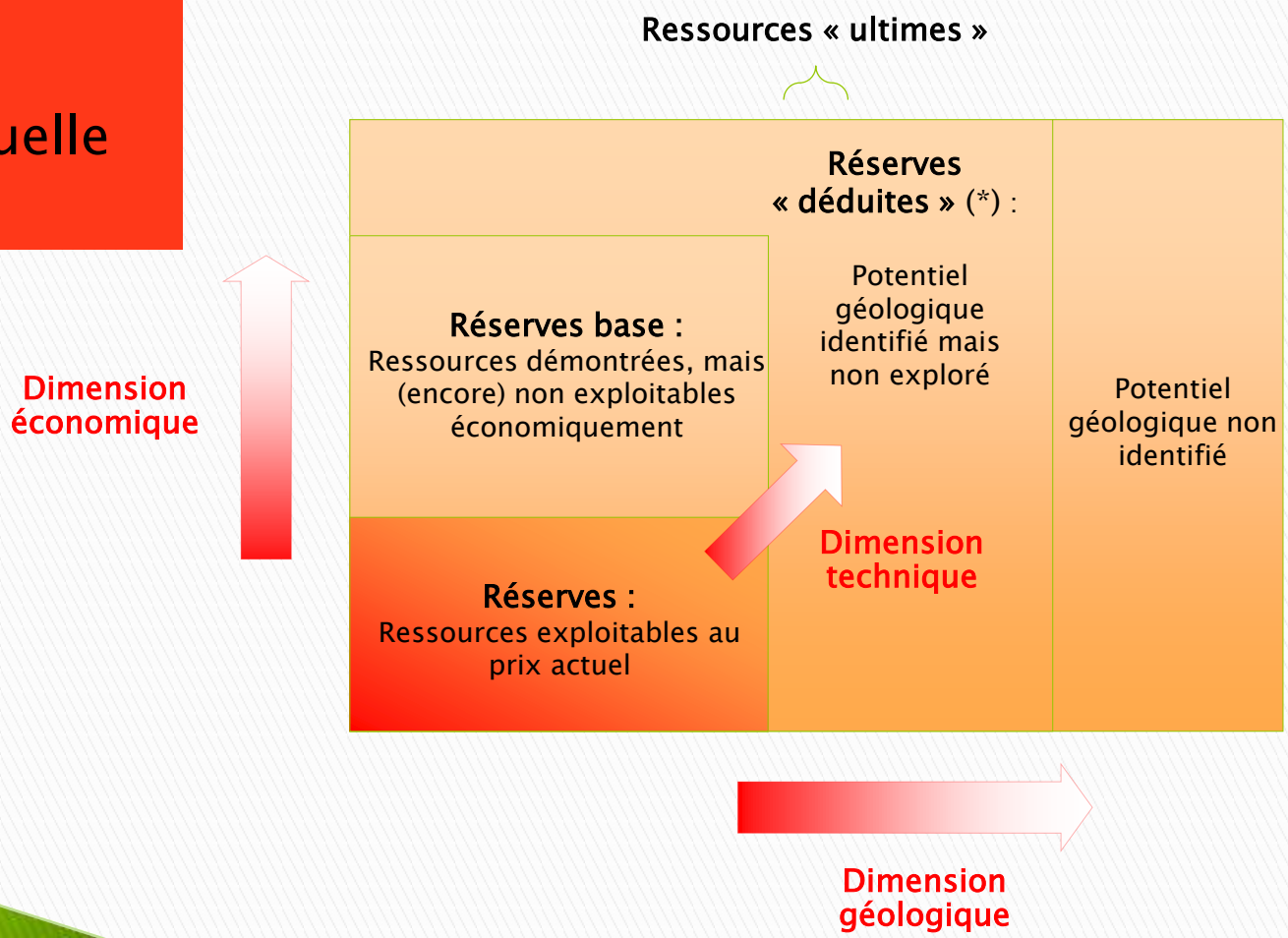
Autres enjeux

- Épuisement des ressources
- Pollution
- Changement climatique

Les ressources : métaux

Réserve = quantité

- Géologiquement identifiée
- Exploitable à technologie actuelle
- Et à prix actuel



EcoInfo

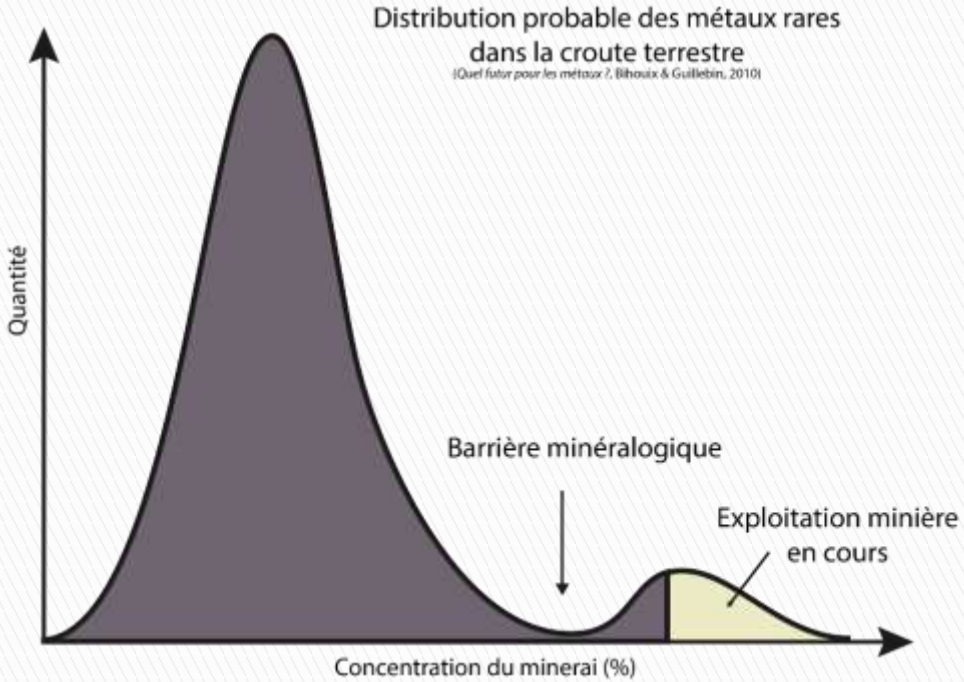
http://www.arte.tv/fr/faits/3696128.html

Pression sur les métaux

➔ source de conflits (ex RDC), de problèmes géo-politiques et de tensions sociales

Pression sur les métaux

➔ Diminution de la concentration dans les mines



EcoInfo

Pollution : 1 terrien sur 6 mort prématurément en 2015

3 fois plus de morts que sida+tuberculose+paludisme réunis

Air : 8,5 M
Eau : 1,8 M
W : 0,8 M

Etude « The Lancet », oct 2017

EcoInfo

Micro-polluants & bioamplification

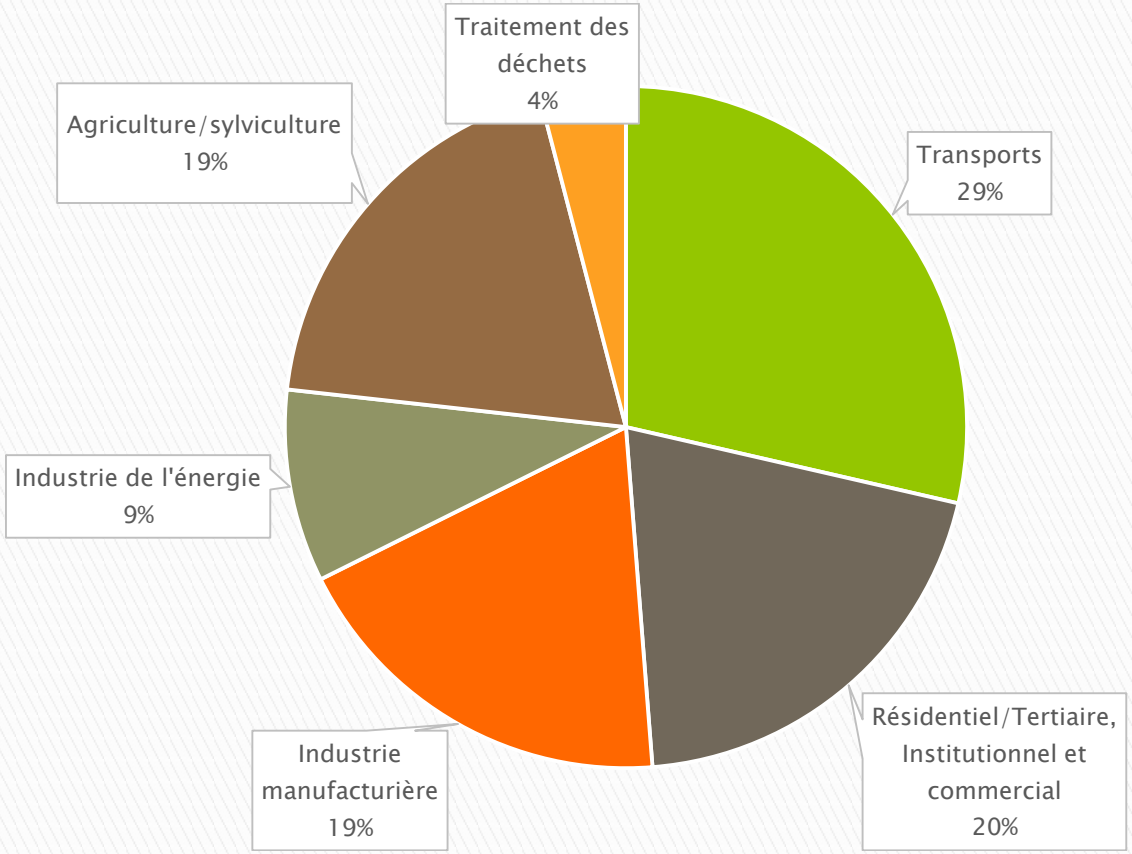
Bioamplification = processus par lequel la concentration tissulaire d'un composé dans un organisme à un niveau trophique donné excède celle du niveau trophique inférieur/ contigu (USEPA, 2010)

Chaine trophique hypothétique (simplifiée)

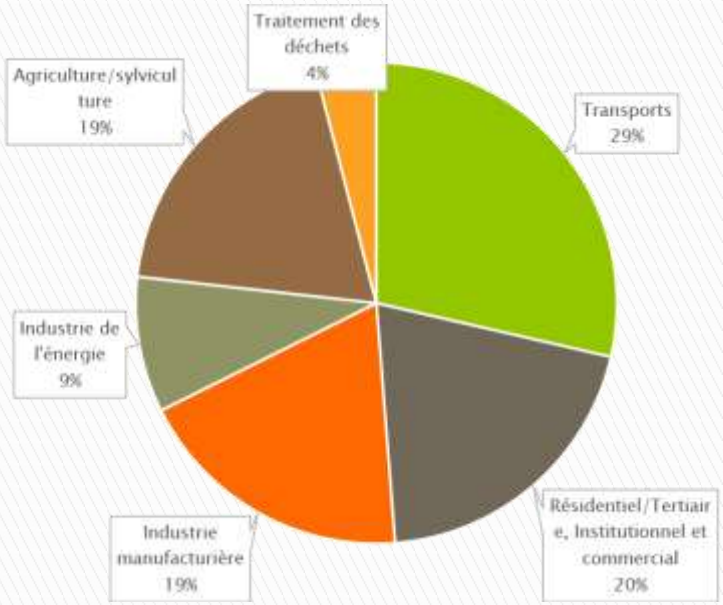
Repris de ANF micropolluants (Evian-les-Bains, 6 juin 2016) : Devenir de contaminants organiques persistants dans l'environnement: sources, distribution, bioaccumulation (M. Babut, Irstea)

EcoInfo

Secteurs responsables des émissions de GES en France



Qu'est ce que l'industrie du numérique et les politiques proposent ?



- **Santé**
- **Education**
- **Constructions** : smart city, smart building
- **Agriculture** : produire plus avec moins de déchets
- **Mobilité** : réduire les GES
- **Energie** : smart grid, énergies renouvelables
- **Travail et business** : dématérialisation & télétravail
- **Fabrication** : efficience énergétique

+

- **Réduction GES TICs elles mêmes**

C’est quoi les TICs ?

Airo : un bracelet connecté pour mesurer le stress et le rythme cardiaque

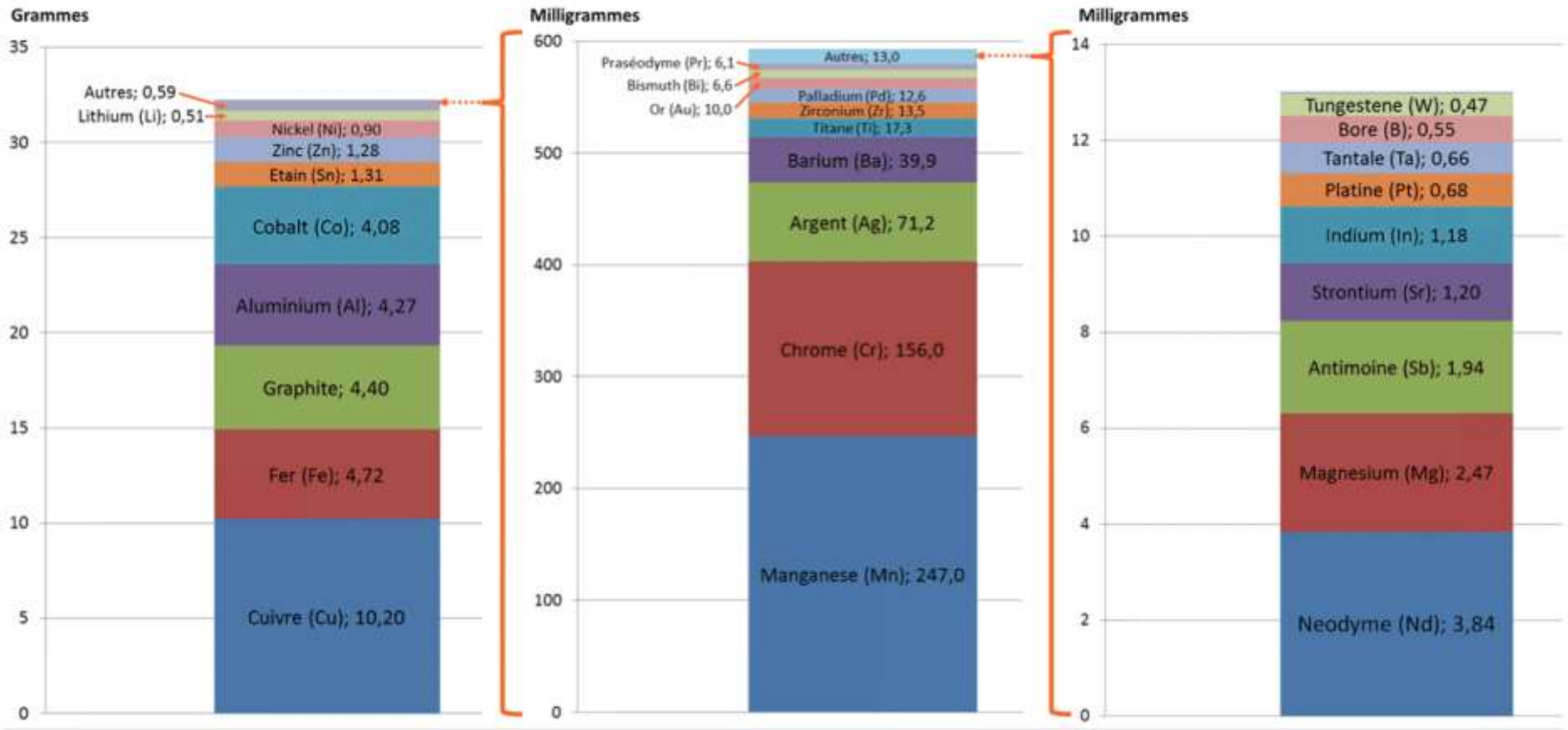
EcoInfo

Qu'est ce que l'industrie du numérique et les politiques proposent ? : observations

- Maintien de homéostasie (surtout on ne change rien !)
- Démonstration reste à faire des bénéfices environnementaux
- Il y a d'autres raisons (confort, meilleures performances, régulations, nouveaux services etc.)
- Nombreuses zones d'ombre (problèmes sociaux, sociétaux, sécurité, liberté, autonomie etc.)

➔ Par contre les impacts de ces technologies elles mêmes sont bien réels et démontrés

Composition & Poids des éléments présents dans un smartphone



EcoInfo

Source : orange

		Ag	Cu	In	Ga	Ge	Li	Ta	REE
TIC	Usage	Contacts	Cables	Ecrans	Leds	Wifi, FO	Batteries	LCD, Cond	LCD, aimants
	% Prod	21%	42%	>50%	40%	15%	20%	66%	20%
Réserves (ans)		15-30	40	10-15	10-15	10-15	Grandes	150	Grandes

Les réserves augmentent avec la demande ! (cas du Cu)

EcoInfo

D'après DREZET, 2012 et VIDAL, 2016

Un problème de ressources ET 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

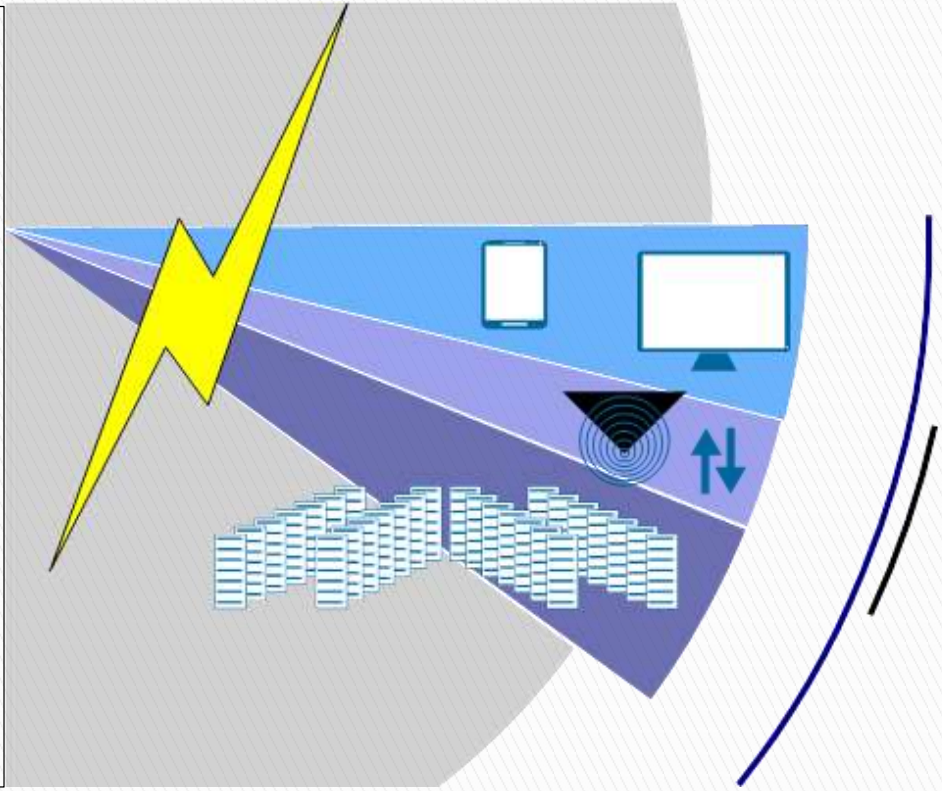
Energie toujours moins accessible

EcoInfo

Source : Bihouix, 2015

Consommation électrique des TIC / GES

- 8 à 10 % de la production d'électricité mondiale est consommée par les TIC (en incluant les téléviseurs).
- Croissance de 7% par an
- 4 à 5 % des GES au niveau mondial



EcoInfo

Usage

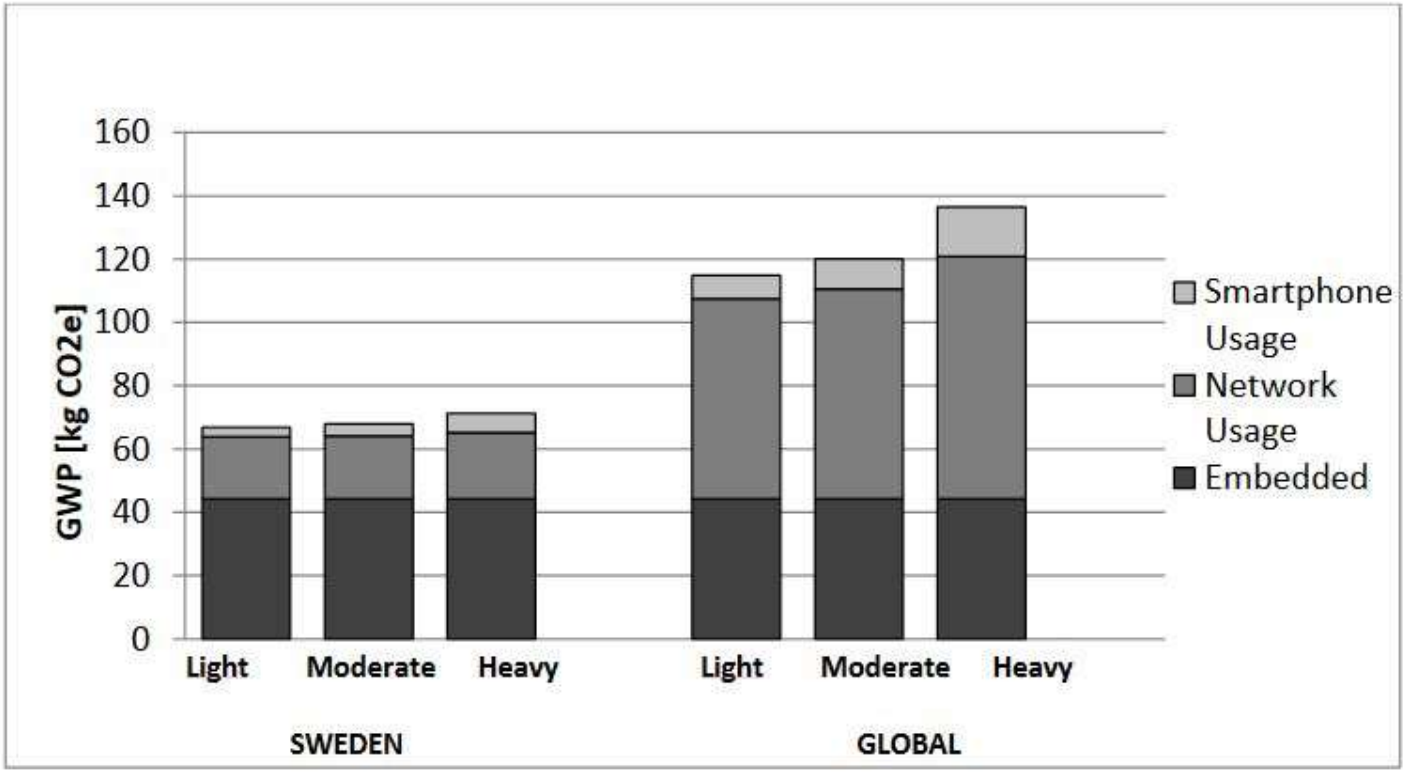
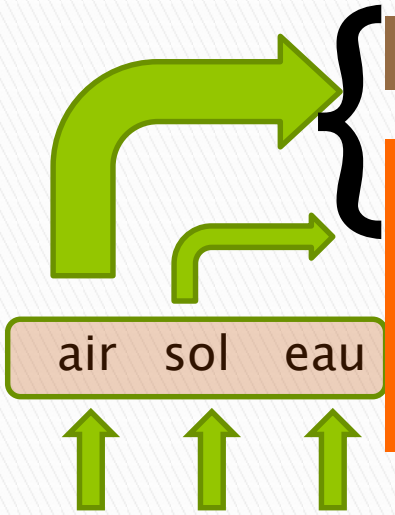


Figure 19 GWP for the three use stage scenarios for Swedish and Global electricity mix. The figure represents the results for use stage only for the total life span of the device which is 3 years.

EcoInfo

Global Warming Potential of a Smartphone
Using Life Cycle Assessment Methodology
Elif Mine Ercan, 2015 (thesis)
Royal institute of technology

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

Les tendances

- Explosion du nombre d'objets connectés (donc nécessitant de la bande passante et des serveurs de stockage de données)
- Augmentation consommation des réseaux, la 4G et les box
- Augmentation du nombre d'équipements terminaux (à durée de vie courte)
- Accroissement de la dépendance logiciel/matériel ➔ encore plus d'obsolescence ?

EcoInfo

Les espoirs

Coté législateur

- Directive ROHS / REACH (Europe)
- Directive DEEE (Europe)
- Directive éco-conception
- Loi sur la consommation (France)

- Eco-label : Energy star, 80plus, EPEAT, BlueAngel, TCO, CoC etc.

EcoInfo

Les bénéfices potentiels

- Télétravail
- Téléconférences
- E-books / reader
- DVD versus chargement
- E-commerce
- Dématérialisation (doc numériques versus papiers)
- Etc ..

Dans certaines conditions seulement ..

EcoInfo

Les mines urbaines

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

EcoInfo

Characterization of Printed Circuit Boards for Metal and Energy Recovery after Milling and Mechanical Separation

Waldir A. Bizzo [1,*], Renata A. Figueiredo [1] and Valdelis F. de Andrade [1]

Materials, 2014

Eco-conception : exemple du Fairphone 2

- **Design pleinement contrôlé**
  - Compromis évalués par FP
- **Approche modulaire**
  - Fonctionnalité fixe
    - vs. Orthogonalité de Ara
  - Objectif premier: extension de vie
  - Mises-à-jour
    - Possibles dans certains cas (e.g. caméras)
    - Limitée sinon
  - Durée de vie des modules
    - Changements de composants, matériaux
  - Remplacement de modules sans/outils simples
    - Par l'utilisateur

Source : Fairphone

Le monde industriel

- Réduction de la consommation d'énergie par objet/transaction Utilisation d'énergie renouvelable (très peu)
- Economie de la fonctionnalité (à la marge)
- Recyclage amélioré (collecte, traitement) (lent)
- Élimination complète des polluants (suppose leur connaissance) (lent)

EcoInfo

- Des progrès technologiques
  - Substitution
  - Ruptures technologiques
- Et si on comptait sur le marché ?
  - Rareté ➔Augmentation prix des métaux ➔ motivation au recyclage
  - Économie circulaire …

EcoInfo

Des usagers qui :

- Utilisent « ifixit » pour réparer leurs équipements
- Achètent d'occasion
- Utilisent leurs équipements plus longtemps
- Achètent en fonction de critères de durabilité
- Partagent des biens
- Etc.

EcoInfo

Mais ..

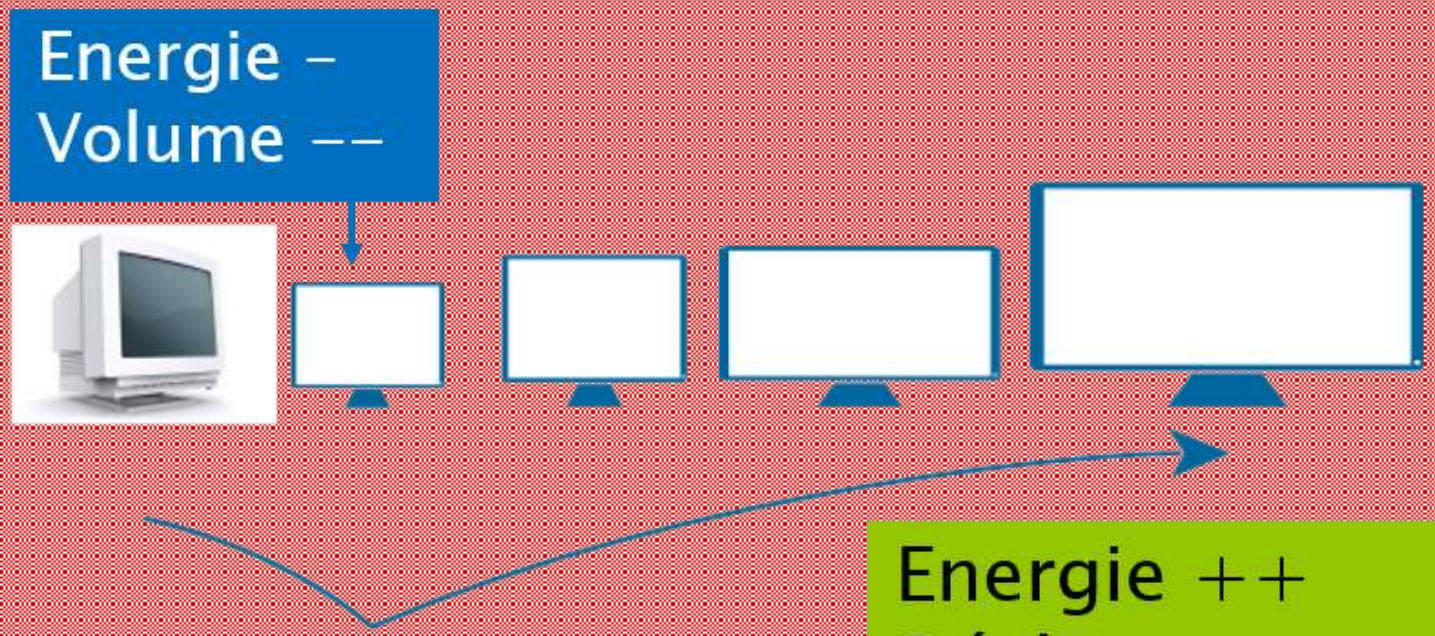
EcoInfo

Le monde industriel

- Réduction drastique de la consommation d'énergie par objet/transaction et au total (maîtrise des effets rebond)
- Augmentation de l'obsolescence « systémique »

EcoInfo

La réalité des impacts potentiels positifs : effet rebonds



Energie ++
Déchets ++
Ressources ++

Disques SSD
Virtualisation
Etc.

EcoInfo

Les effets rebond : le paradoxe de la miniaturisation

Entre 1990 et 2005

Poids unitaire divisé par **4**

MAIS

Poids total Multiplié par **8**

EcoInfo

La réalité du recyclage

En France,
moins de 50% 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

- Les autres ?
  - 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

Recyclage « informel »

EcoInfo

Métaux : Taux de recyclage

- < 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											

EcoInfo

Source : UNEP / Recycling rates of metals 2011

La réalité de l'éco-conception

Worldwide Smartphone Sl	
Platform	**2016 Shipment Volume***
Android	1,240.5
iOS	226.8
Windows Phone	11.2
Others	4.0
Total	**1,482.5**
Source: IDC Worldwide Quar	

L'industrie :

- Est « conforme » à la législation et parfois aux normes et label (qu'elle contribue à faire évoluer)
- Répond à la pression des « acheteurs » quand elle existe

Population mondiale : 7,4 milliards
Nb habitants en plus par jour : 227000

= 4 millions unités / jour = 169000 / heure

Fairphone 1 : 60000 (2013-2015)
Fairphone 2 : 16000 (0,5%) depuis début 2016

EcoInfo

Les usagers

5G

EcoInfo

En conclusion

	TIC en tant que solution	TIC en tant que problème
Impacts de 1er ordre	Utiliser directement	Cycle de vie des TIC : Production, Utilisation, Fin de vie
Impacts de 2ème ordre	Effets d'optimisation Effets de substitution	Effets induits
Impacts de 3ème ordre	Profond changement structurel vers une économie dématérialisée	Effets rebond (liés à un gain en consommation de ressources – énergie ou matériaux) • directs • indirects • Macroéconomiques

EcoInfo

« Tout progrès technique positif se paie par son revers négatif qu’on ne peut pas séparer »

Être conscient de ce qu’on fait ..

C’est déjà un premier pas

Réduire la complexité devrait être un deuxième pas .. Mais on n’en prend pas le chemin !

EcoInfo

Quelles actions à l'échelle d'un citoyen ?

Règle d'or : sobriété

1 – faire durer

2 – réparer

3 – limiter (consommation, génération de données)

4 – penser « global et multi-critères»

5 – recycler (dans la bonne filière)

Et n'oubliez pas .. la dématérialisation ***avec impression à la maison*** *est plus impactante que l'envoi papier par l'administration !*

EcoInfo

Merci

Des questions ?

EcoInfo