EcoInfo

L'immatérialité du numérique: Du mythe à la réalité.

Les impacts écologiques des TIC

Françoise BERTHOUD
(Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr)

9 avril 2014 – Lausanne –
Conférence TICs Durables

cnrs

Le mythe

- Les TIC, sauveuses du monde face au réchauffement climatique ! : visioconférences, sans papier, régulateurs de consommation d'énergie, sites de co-voiturage, diminution des déplacements, cours en ligne etc etc …

- Cloud (nuage), virtualisation, industrie propre, recyclage, dématérialisation : que du vide …

EcoInfo

Sommaire

- Qu'est ce qui se cache derrière ?
  - Internet
  - Un ordinateur, un tel
- X 2,5 milliards d'internautes : des dégâts à tous les niveaux
- Effets structurels
- Que faire ?

EcoInfo

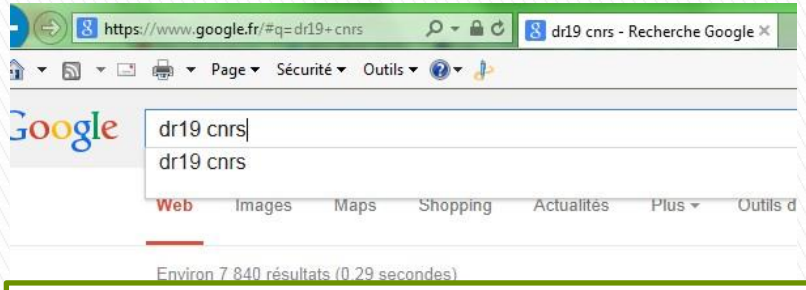
Sommaire

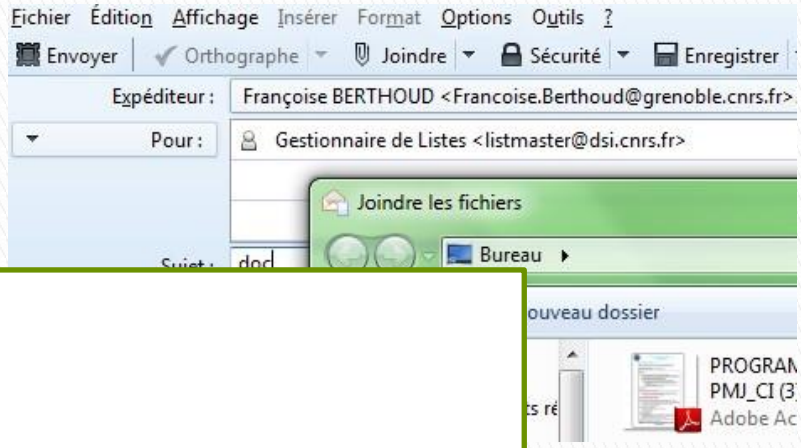
- **Qu'est ce qui se cache derrière ?**
  - **Internet**
  - Un ordinateur, un tel
- X 2,5 milliards d'internautes : des dégâts à tous les niveaux
- Effets structurels
- Que faire ?

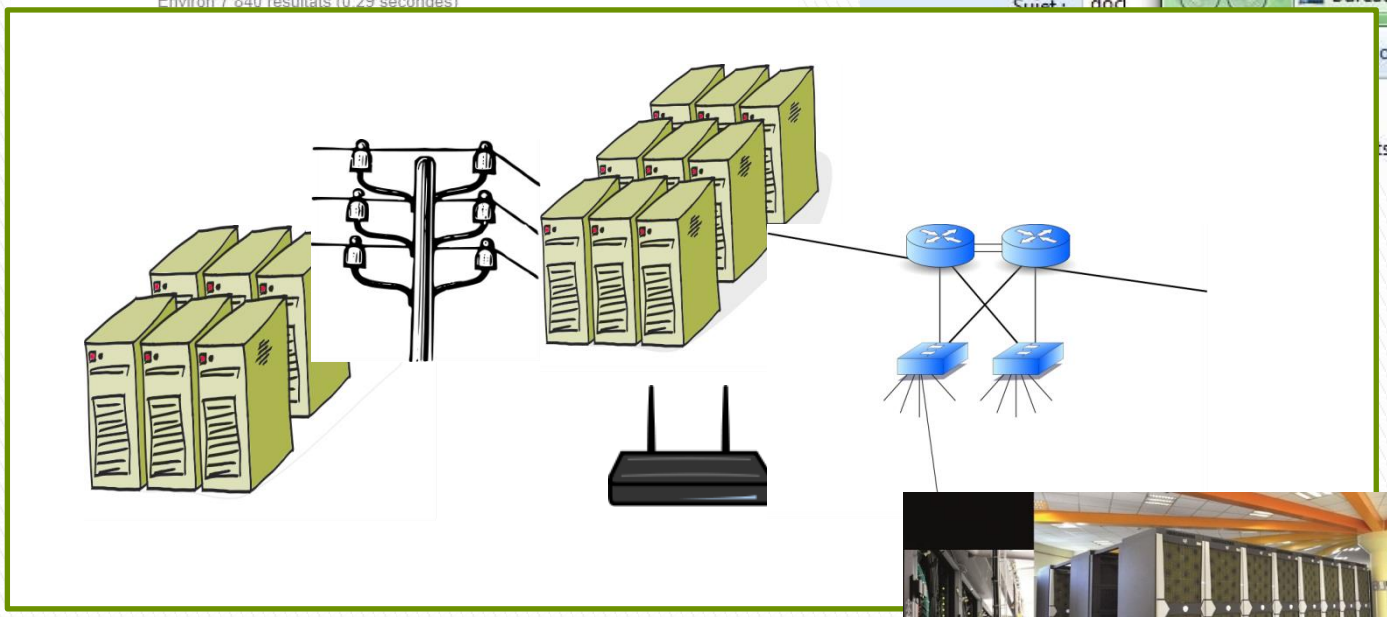
EcoInfo

cnrs

Qu’est ce qui se cache derrière … internet







EcoInfo

Sommaire

- Qu'est ce qui se cache derrière ?
  - Internet
  - **Un ordinateur, un tel**
- X 2,5 milliards d'internautes : des dégâts à tous les niveaux
- Effets structurels
- Que faire ?

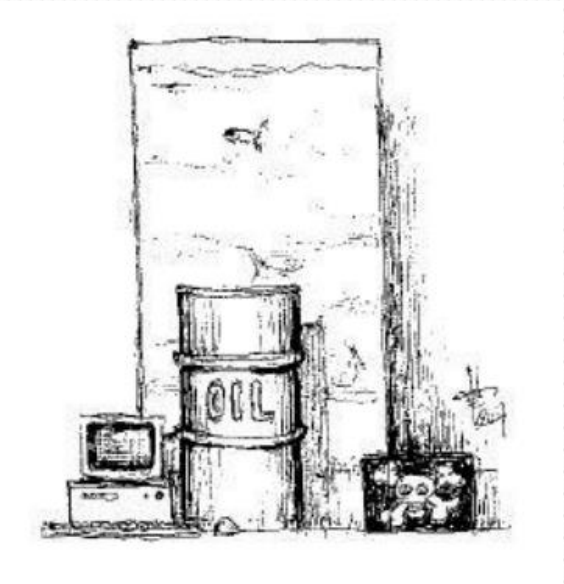
EcoInfo

cnrs

Qu'est ce qui se cache derrière … un ordi

- Seulement 2% des matériaux utilisés pour la production des TIC se retrouvent dans le produit final, les 98% restants se transforment en déchets[1]

- Pour la production d'1 ordinateur:
  - **240 kg** de combustibles
  - **22 kg** de produits chimiques
  - **1 500 L** d'eau[2]

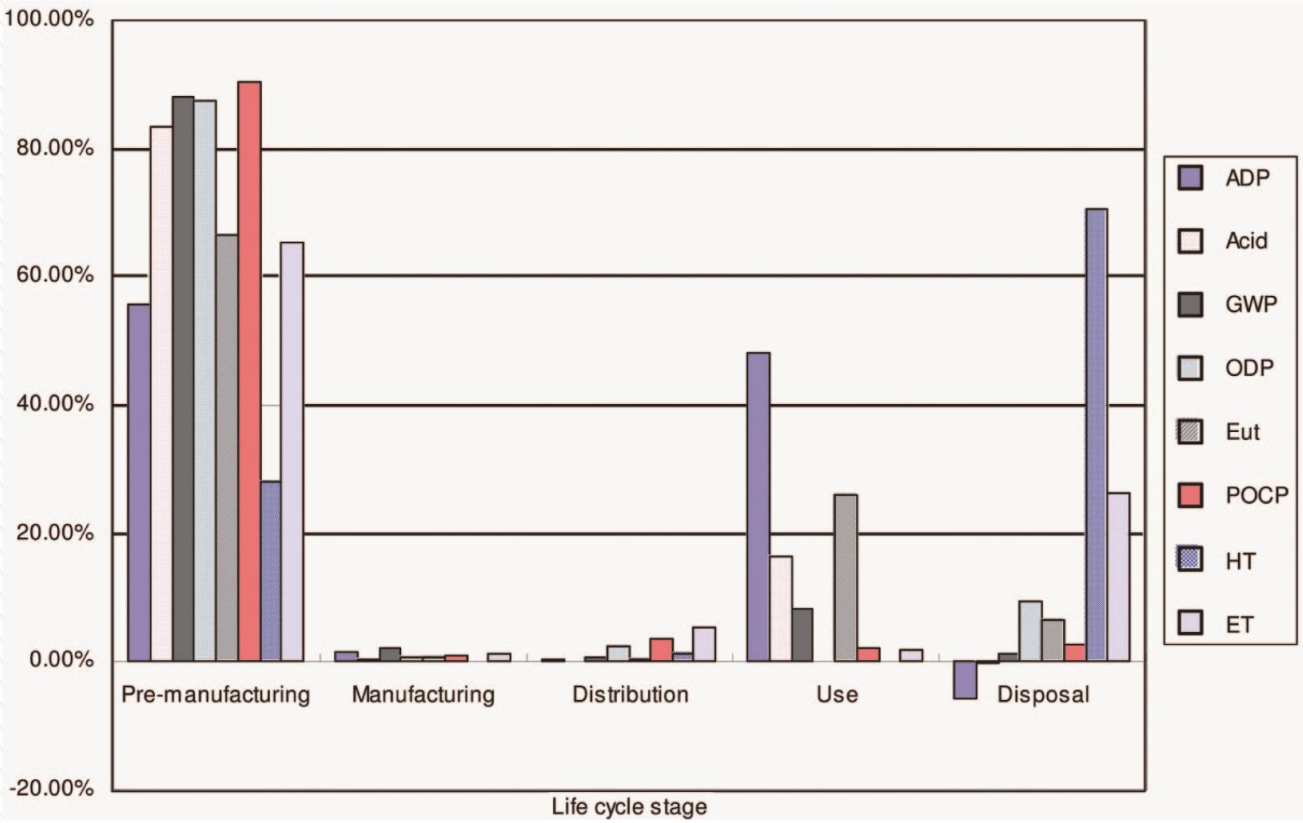


(1) L. M. Hilty et T. F. Ruddy, « Towards a sustainable information society », *Informatik*, 4, août 2000, p. 2-9

(2) R. Kuehr, G. Velasquez et E. Williams, « Computers and the Environment - An Introduction to Understanding and Managing their Impacts », *Computers and the Environment*, 2003

EcoInfo

Qu'est ce qui se cache derrière … un ordi

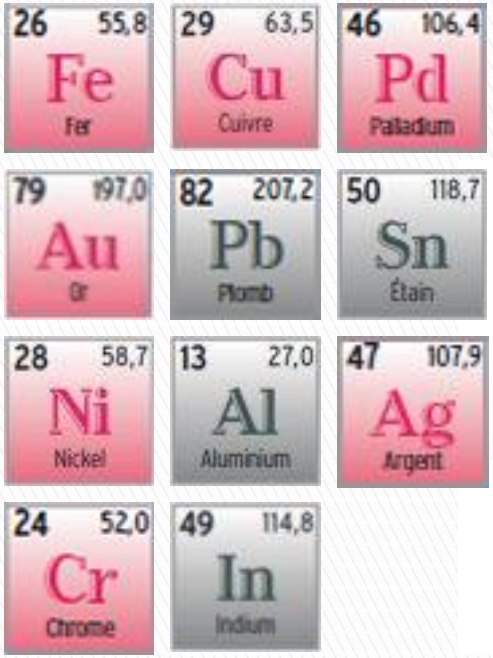


Contribution des différentes phases du cycle de vie d'une UC de PC coréen à chaque catégorie d'impact, avec un taux de recyclage de 46% (source: Choi et al, 2006)

EcoInfo

Qu'est ce qui se cache derrière … un tel

- Un téléphone portable contient une soixantaine de métaux différents, certains très rares



La sollicitation des métaux dans la table de Mendeleïev est passée de 10 éléments dans les années 80 à

60

en 2010[1]

(1) OPESCT (2011), Les enjeux des métaux stratégiques : le cas des terres rares

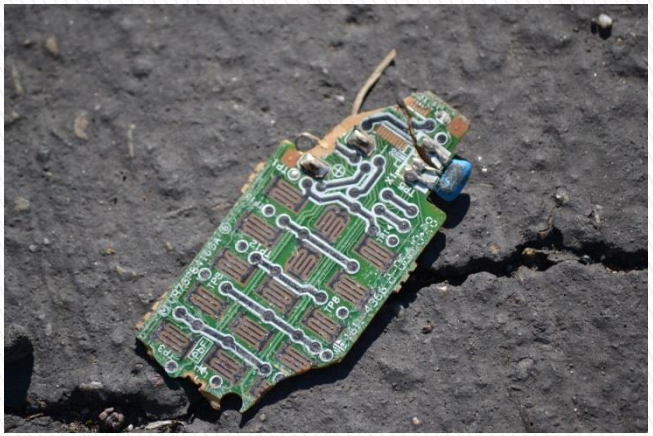
D'après E. Drezet EJC 2012

EcoInfo

Qu'est ce qui se cache derrière … un tel

- Sur ces 60 métaux .. Dans le meilleur des cas :
  - Téléphone trié et collecté dans le flux des DEEE (<10% au niveau mondial)
  - Démantèlement manuel
  - Cartes électroniques traitées par l'un des 5 usines les plus performantes au monde (UMICORE en Belgique, BOLIDEN en Suède, .. Allemagne, Espagne et Japon)

→20 métaux seront récupérés et repartiront dans la filière !



EcoInfo

Sommaire

- Qu'est ce qui se cache derrière ?
  - Internet
  - Un ordinateur, un tel
- X 2,5 milliards d'internautes : des dégâts à tous les niveaux
- Effets structurels
- Que faire ?

EcoInfo

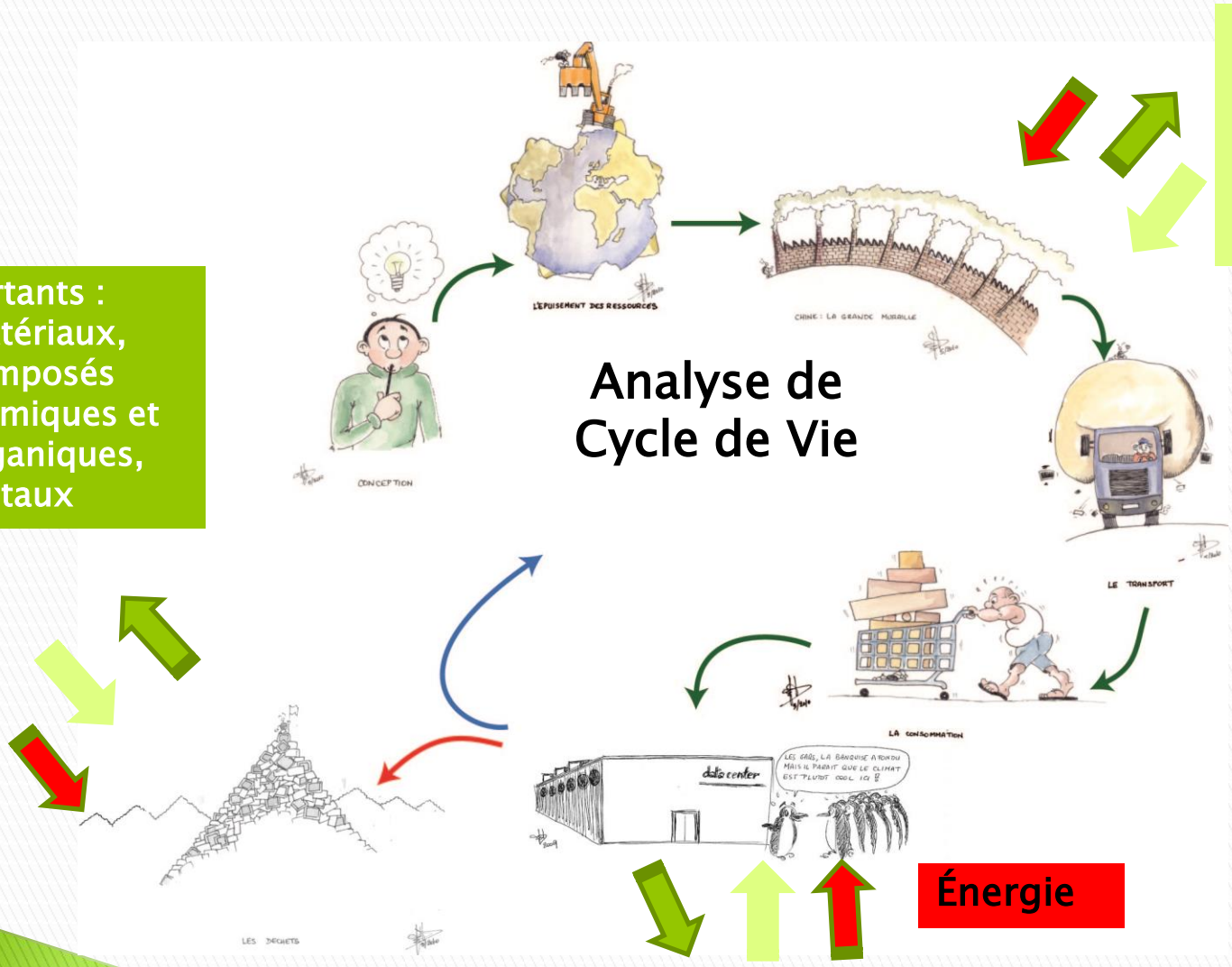
Sommaire

- Qu'est ce qui se cache derrière ?
  - Internet
  - Un ordinateur, un tel
- **X 2,5 milliards d'internautes : des dégâts à tous les niveaux**
- Effets structurels
- Que faire ?

EcoInfo

cnrs

Analyse de cycle de vie



Entrants : matériaux, composés chimiques et organiques, métaux

Sortants : matériaux, composés chimiques et organiques, métaux

Énergie

EcoInfo

2,5 milliard d'internautes

EcoInfo

depuis 1h dans le monde . . .

22 millions

1 million

16 millions

1,6 milliards (hors spam)

375

> 3 millions

Google

180 millions de recherche

YouTube

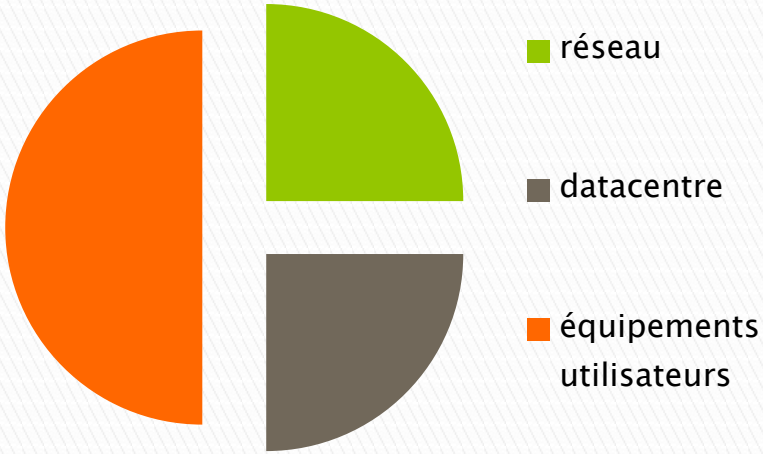
4000 heures

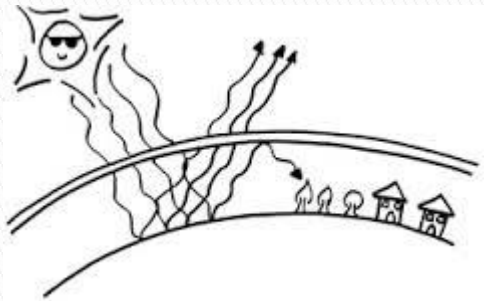
et .. 8200 habitants de plus sur terre

EcoInfo

Consommation électrique mondiale

Répartition consommation électrique mondiale des TIC
Environ 10% (+7% par an)

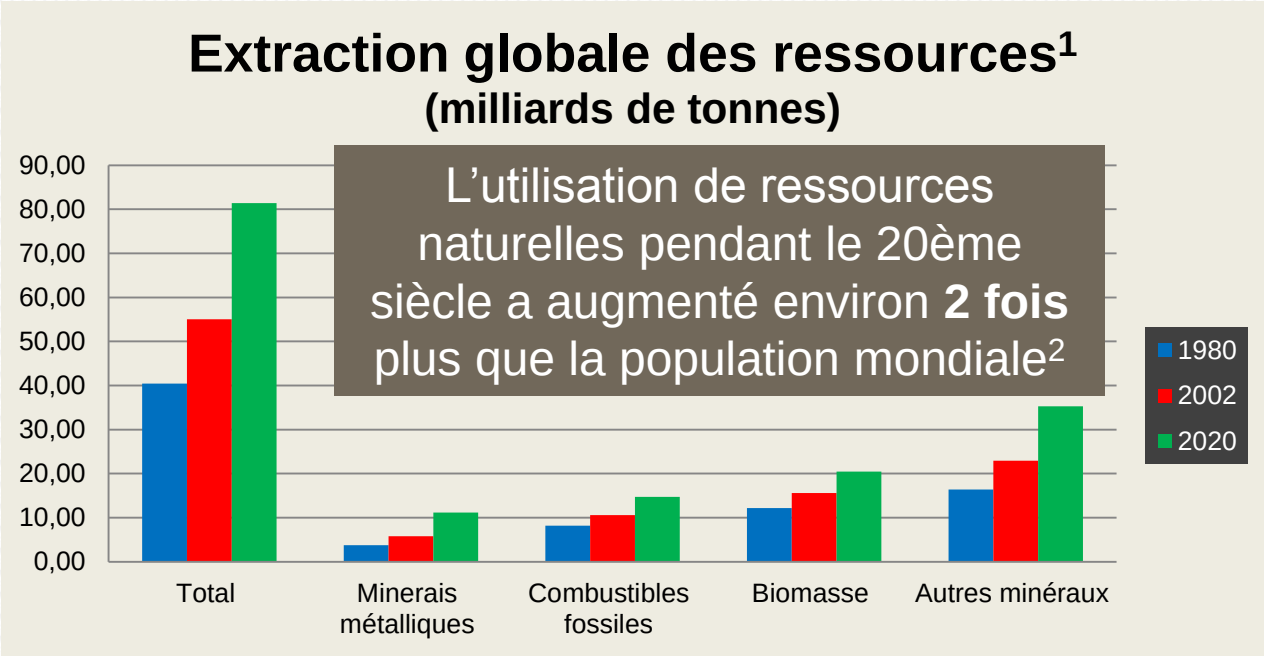




TIC = 2,3 %
(soit autant que l'aviation civile)

La pression sur les ressources

- « Depuis 1980, l'extraction de ressources dans le monde a augmenté de 36 % (en masse) et devrait atteindre 80 milliards de tonnes en 2020 »[1]
- Et plus les ressources s'épuisent, plus on en extrait

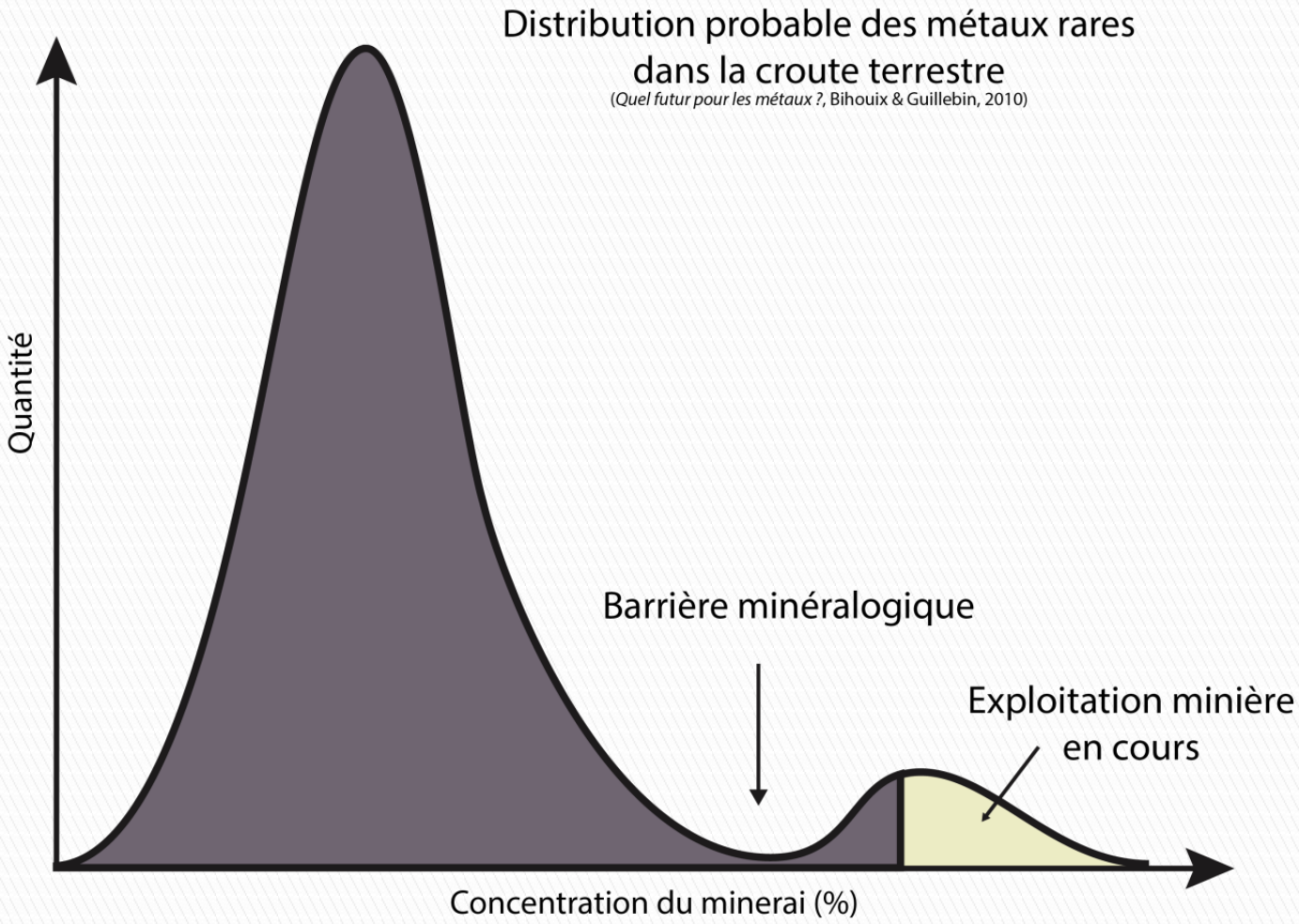


(1) Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2030, OCDE, 2008 p. 266
(2) Découpler l'utilisation des ressources naturelles et les impacts environnementaux de la croissance économique, PNUE, 2010

D'après E. Drezet EJC 2012

EcoInfo

Pourquoi ?



EcoInfo

L'épuisement des ressources lié aux TIC

- A l'épuisement géologique s'ajoute l'accès de certains matériaux utilisés dans les TIC jugé critique[1] :

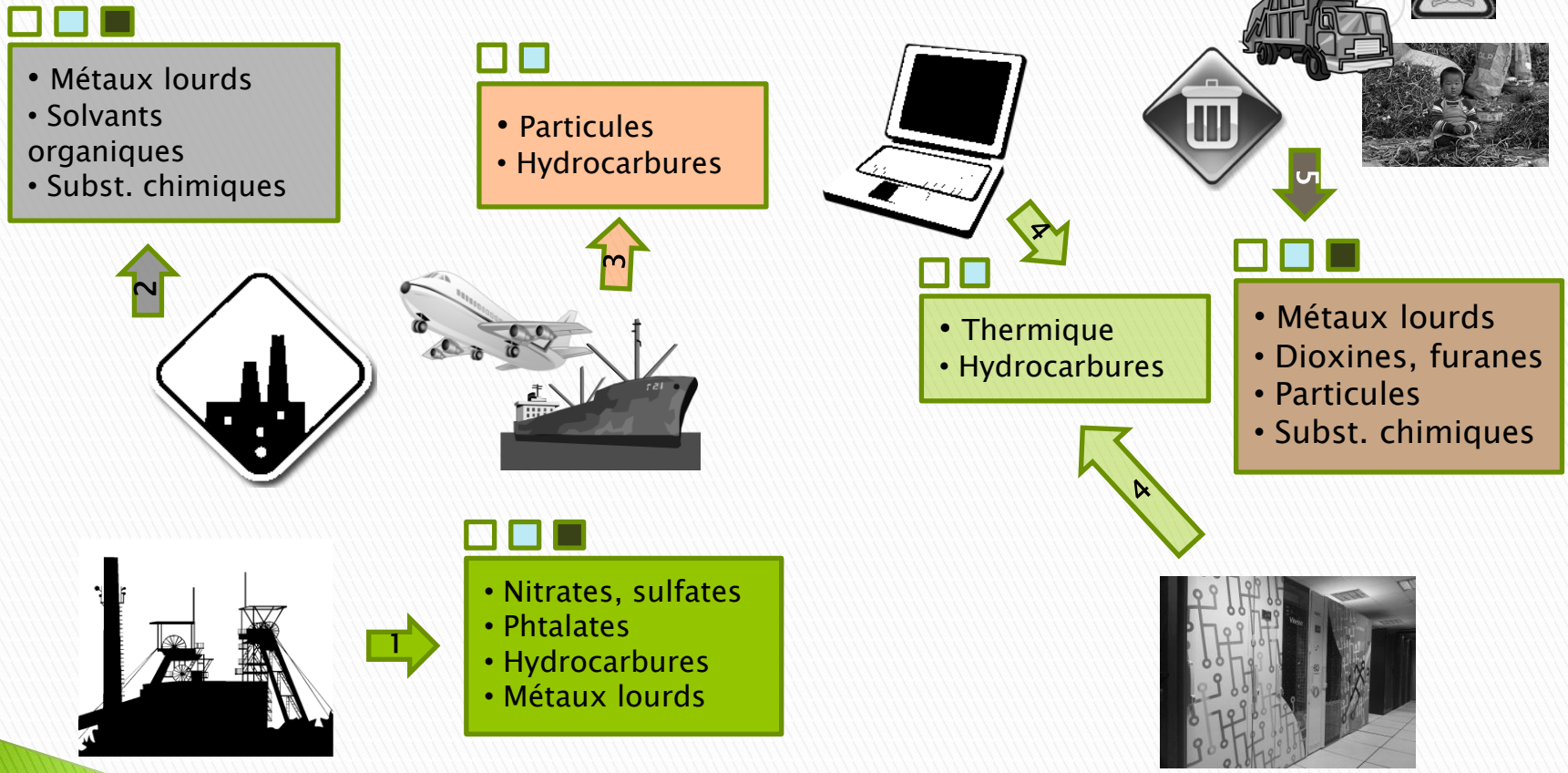
		Ag (47, 107,9, Argent)	Cu (29, 63,5, Cuivre)	In (49, 114,8, Indium)	Ga (31, 69,7, Gallium)	Ge (32, 72,6, Germanium)	Li (3, 6,9, Lithium)
TIC	Usage	Contacts	Câbles	Ecrans	Leds	Wifi	Batteries
	% Prod.mond.	21%	42%	>50%	40%	15%	20%
Réserves (ans)		15-30	40	10-15	10-15	10-15	Grandes
Recyclage		>50%	>50%	<1%	<1%	<1%	<1%
Substitution		Faible	Faible	Mat. Org.	Faible	Si	Ni,Zn,Cd,Pb
1er producteur		Pérou	Chili	Chine	Chine	Chine	Chili

D'après E. Drezet EJC 2012

EcoInfo

Les impacts relatifs aux pollutions

L'air □, l'eau □ et les sols ■ sont pollués par les TIC à tous les stades du cycle de vie[1]



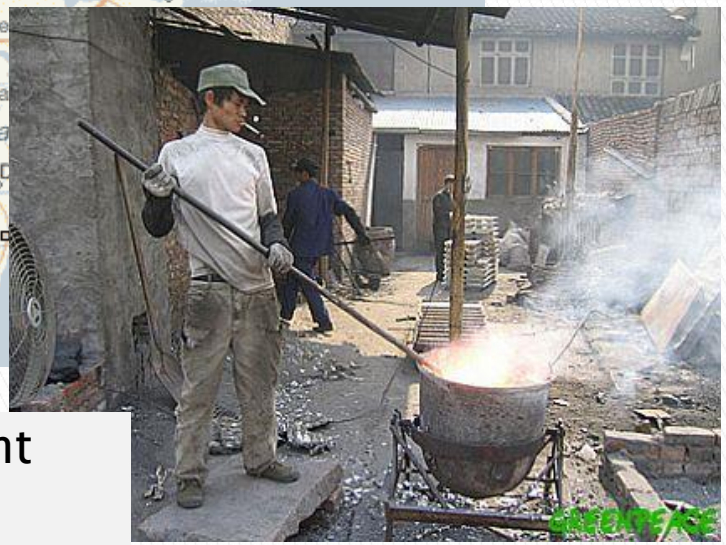
(1) Les Impacts Ecologiques des TIC – EDP Sciences (2012)

EcoInfo

Déchets et pollution, exemple

Parce que 1 tonne de cartes électroniques … contient au moins 30 fois plus d'or qu'une tonne de minerai d'or !

- 60 000 personnes
- 1,9 million de tonnes
- 88 %

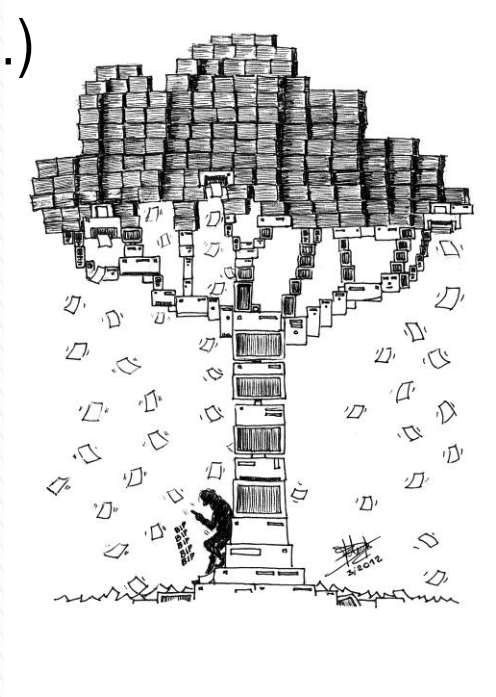


En France, 30% des écrans arrivent cassés au centre de traitement …
En Suisse ?

EcoInfo

Les impacts environnementaux liés aux impressions

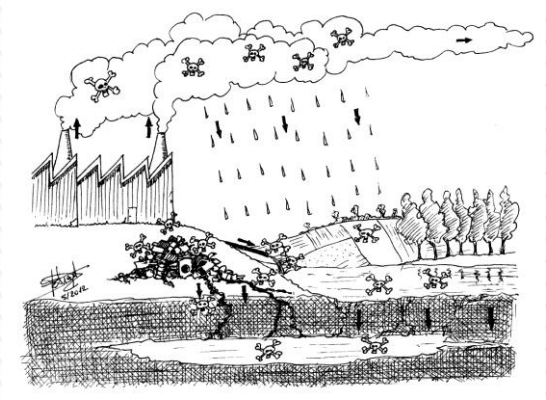
- Déforestation (2 à 3 tonnes de bois pour produire 1 tonne de papier)
- Consommation énergétique (17Wh pour produire 1 feuille de papier – 12Wh pour du papier recyclé)
- Consommation d'eau douce
- Rejets de substances toxiques (métaux lourds, …)
- Déchets: 43% du papier serait recyclé, 60 000 tonnes de cartouches laser et jet d'encre sont jetées chaque année en Europe



(1) Les Impacts Écologiques des TIC – EDP Sciences (2012)

EcoInfo

Pollutions : les conséquences



Transformation des écosystèmes

- Réchauffement climatique
- Acidification des océans
- Eutrophisation des eaux
- Déplétion de la couche d'ozone
- désertification

Impacts sur le monde du vivant

- Perte de biodiversité (contamination directe et effets de transformation des écosystèmes)
- Impacts sur la santé humaine (contamination directe, indirecte et effets secondaires)

EcoInfo

Sommaire

- Qu'est ce qui se cache derrière ?
  - Internet
  - Un ordinateur, un tel
- X 2,5 milliards d'internautes : des dégâts à tous les niveaux
- **Facteurs structurels**
- Que faire ?

EcoInfo

Facteurs structurels : l'obsolescence « programmée »

« (…) l'obsolescence en tant que processus génère de la valeur, pas de gaspillage. Elle conduit au renouvellement permanent des établissements industriels à des niveaux toujours plus élevés (…).

Nous avons appris comment se servir de l'obsolescence comme d'un prodigieux outil d'amélioration des conditions sociales (…). Ce dont nous avons besoin c'est de plus d'obsolescence, pas l'inverse ».

1956 : George Nelson (designer) dans la revue *Industrial Design*

EcoInfo

Facteurs structurels : l'obsolescence systémique

Raisons de cette obsolescence :

- Technologiques et/ou techniques
  - Des appareils de – en – robustes
  - Des produits non réparables, de + en + sophistiqués
  - Pièces détachées de – en – disponibles
  - Interdépendance avec le logiciel / système d'exploitation
  - Argument écologique (progrès techniques)
- Économiques
  - La réparation coute plus chère que l'achat d'un nouvel équipement
- Psychologiques ou esthétiques
  - Effet de mode
  - Attrait pour la nouveauté

EcoInfo

Facteurs structurels : effet rebond

Innovation d'un équipement

réduction de « coût » (temps, argent, place, lié à l'effort etc.)

laisse de la place (argent, temps, espace, etc.)

augmentation de la consommation

➔ 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.

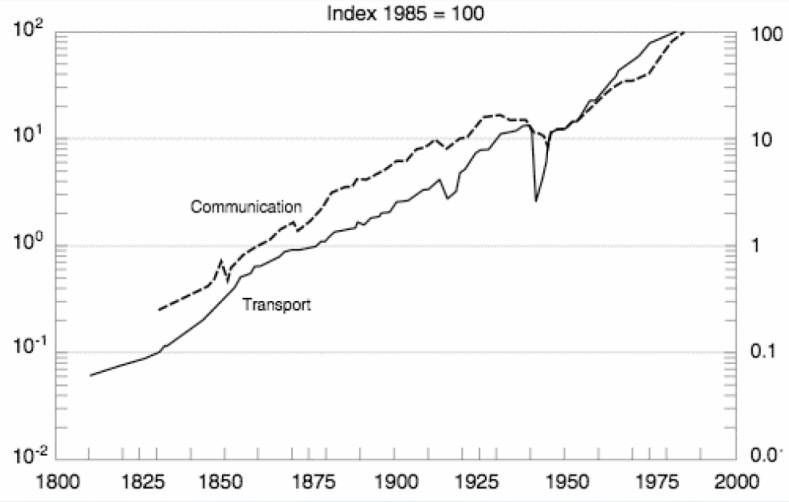
EcoInfo

Source : wikipedia.fr

Facteurs structurels : effet rebond (exemples)

- Impressions
- Écrans
- Visio conférence
- Etc …

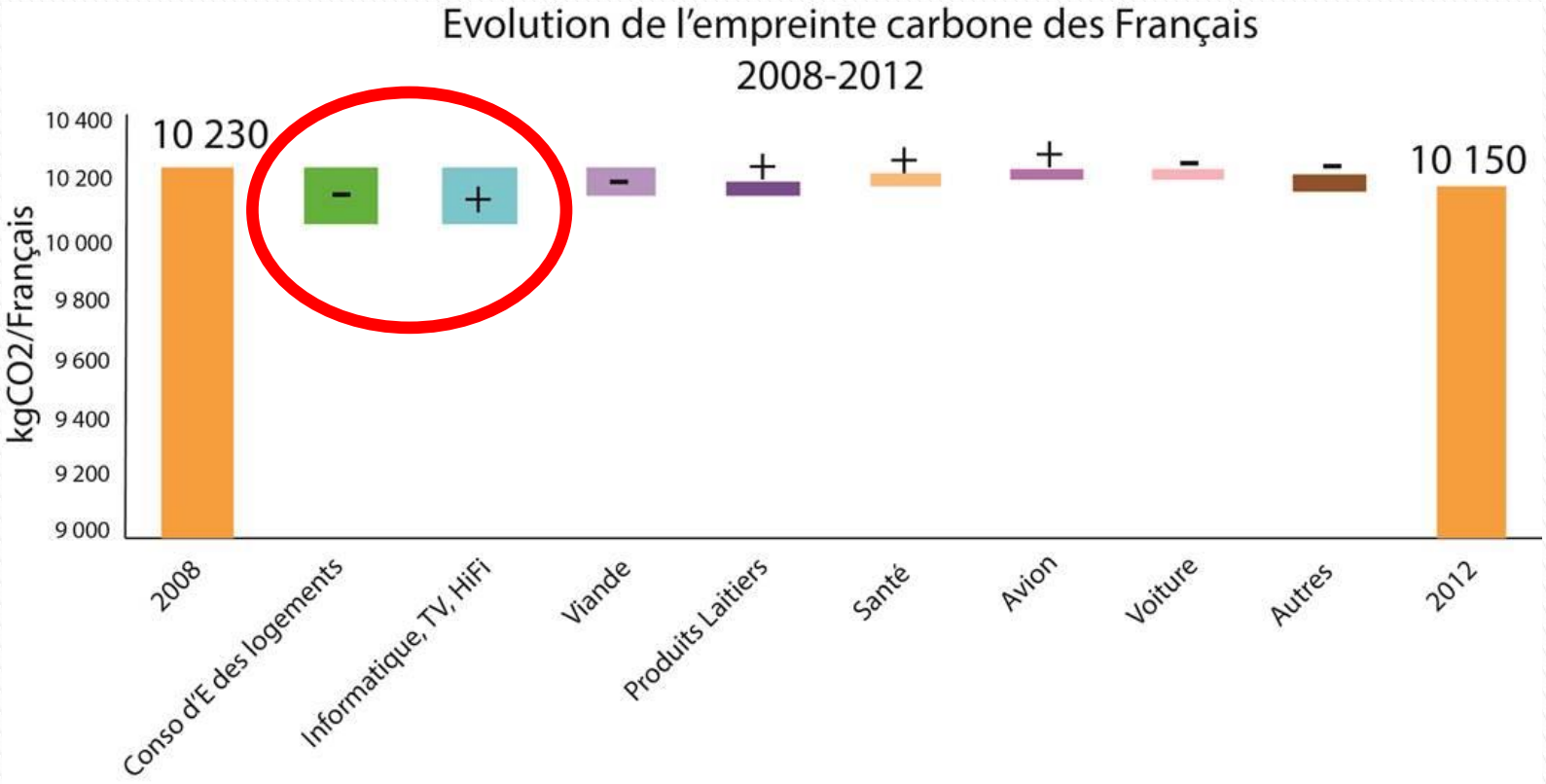
Suffit-il de « dématérialiser » l'économie ?



Jusqu'à maintenant, la circulation accrue des informations n'a pas empêché l'augmentation parallèle des flux physiques (source : Source : Arnulf GRÜBLER, the Rise and Fall of Infrastructures, 1990) . Un employé du tertiaire de 2004 (un employé de banque, de la sécu, d'une mairie, un agent de France Telecom…) consomme presque autant d'énergie, pour son seul travail, qu'un Français de 1960 pour tous ses usages.

EcoInfo

Facteurs structurels : Effet rebond, illustration



Source : Carbone4, 27 aout 2013, Adam J., Paillat E. : http://www.carbone4.com/fr/l_actu_de_carbone_4/sur-les-5-derni%C3%A8res-ann%C3%A9es-l%E2%80%99empreinte-carbone-des-fran%C3%A7ais-stagn%C3%A9

EcoInfo

Facteurs structurels : collecte des DEEE

- En France (étude récente de l'ademe, 2013), sur **17 à 24 kg**
  - 6,9 kg sont collectés (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 les placards
  - Une partie exportée comme équipements d'occasion
  - …

EcoInfo

Sommaire

- Qu'est ce qui se cache derrière ?
  - Internet
  - Un ordinateur, un tel
- X 2,5 milliards d'internautes : des dégâts à tous les niveaux
- Facteurs structurels
- **Que faire ?**

EcoInfo

cnrs

Que faire ?

- Apprendre à utiliser (de façon éco-responsable) la messagerie
- Apprendre à utiliser (de façon éco-responsable) les navigateurs
- Pensez à vider les poubelles, à jeter les fichiers devenus inutiles (y compris dans le « cloud »)
- Éviter les impressions, et si vous imprimez : R/V et N&B et 2 pages/coté

- Éteindre l'ordinateur lorsqu'il n'est pas utilisé
- Programmer une mise en veille automatique ou une mise en veille prolongé (encore mieux)

EcoInfo

Que faire ?

- Éviter les achats intempestifs et trop fréquents
- Acheter robuste, évolutif, garantie longue
- Faire réparer autant que possible
- Ré-utiliser

- Jeter proprement (cf procédure spécifique ESR matinfo : http://ecoinfo.cnrs.fr/IMG/pdf/guide_pratique_deee_ens_sup_recherche.pdf)

EcoInfo

Que faire ?

- A titre personnel : l'achat d'une tablette ne se justifie pas pour lire .. sauf pour les gros lecteurs
- Utiliser votre mobile > 18 mois, votre ordinateur > 4 ans
- Faites des cadeaux originaux : passer de l'électronique à autre chose …
- Savoir, dire, participer à la prise de conscience

Si 2,5 milliards d'individus agissent ..

Et surtout …

Arrêter d'alimenter l'illusion que la technologie va sauver le monde du réchauffement climatique et de ses conséquences (sur l'eau, les cultures, les maladies, les conflits, ..) sans vous

EcoInfo

Chacun de nous peut être un acteur du changement !

Agissons notre avenir !

www.ecoinfo.cnrs.fr

merci

EcoInfo

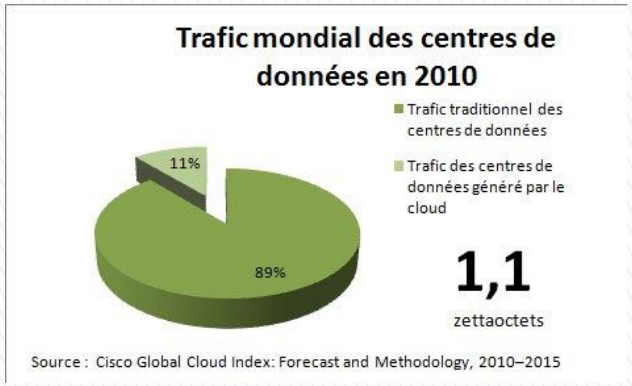
Illustrations : Eric DREZET, CNRS

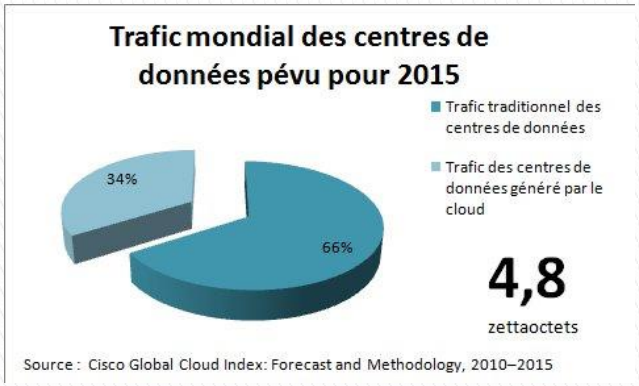
Quelques chiffres

- Echelle des octets[1] :

Kilo	Une page de texte	30 Ko
Méga	Une chanson	5 Mo
Giga	Un film de 2h	1 Go
Téra	6 millions de livres (≈ ½ catalogue BNF)	1 To
Péta	Une pile de DVD haute comme la tour Montparnasse	1 Po
Exa	Toutes les informations produites jusqu'à 2003	5 Eo
Zetta	La totalité des données enregistrées en 2011	1,8 Zo
Yotta	En 2013, la NSA se dote d'un datacenter de 300 000 m²	1 Yo

- L'évolution du trafic mondial des données[2] :

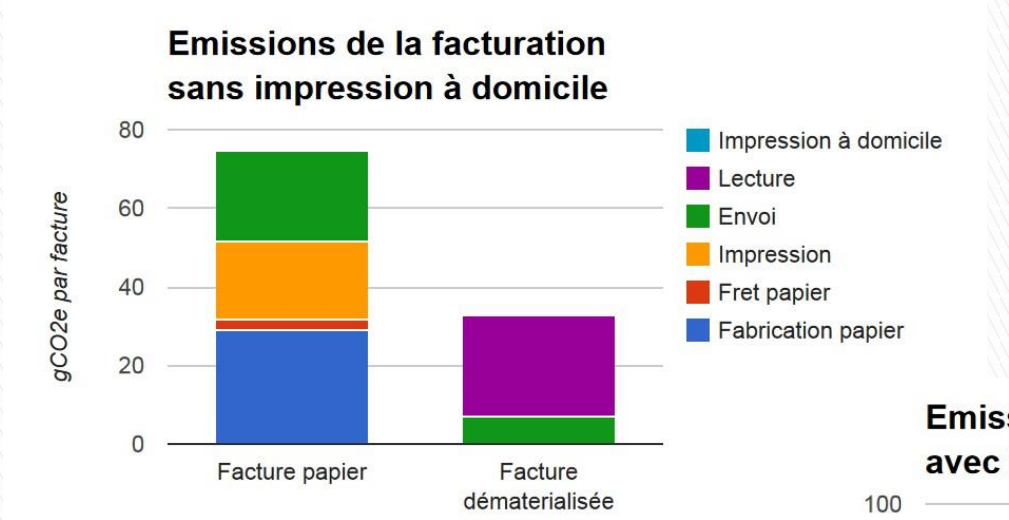


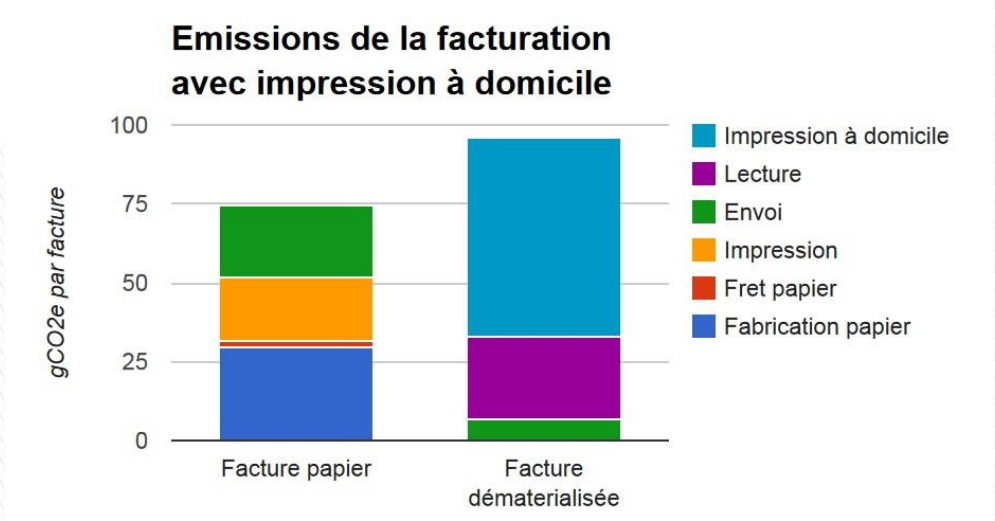


(1) Le Journal du CNRS (11/2012) n°269 – La déferlante des octets
(2) Cisco Global Cloud Index – Forecast and Methodology 2010 -2015

EcoInfo

Qu'est ce qui se cache derrière …
l'impression d'un document





Prise en compte : fabrication, utilisation du PC ; DC ; etc. (éléments précisés)

http://www.carbone4.com/fr/nos-initiatives/facture-papier-ou-%C3%A9lectronique

EcoInfo

Quelques résultats

Tablette versus un livre

Kindle = 168 kg CO2

Écologique si livres/an > 20 à 80

Goleman, 2010

Combien de livres lisent les Français par an ?
Et les autres impacts ?

Rapport CleanTech Group

Livre électronique versus livre

1 livre électronique = 7,5 kg eq co2 + 2 tasses d'eau

1 livre = 27 l d'eau

Et les impacts de la liseuse ?
(300 l au moins ..)

EcoInfo