Le numérique : menace ou espoir pour l'environnement ?

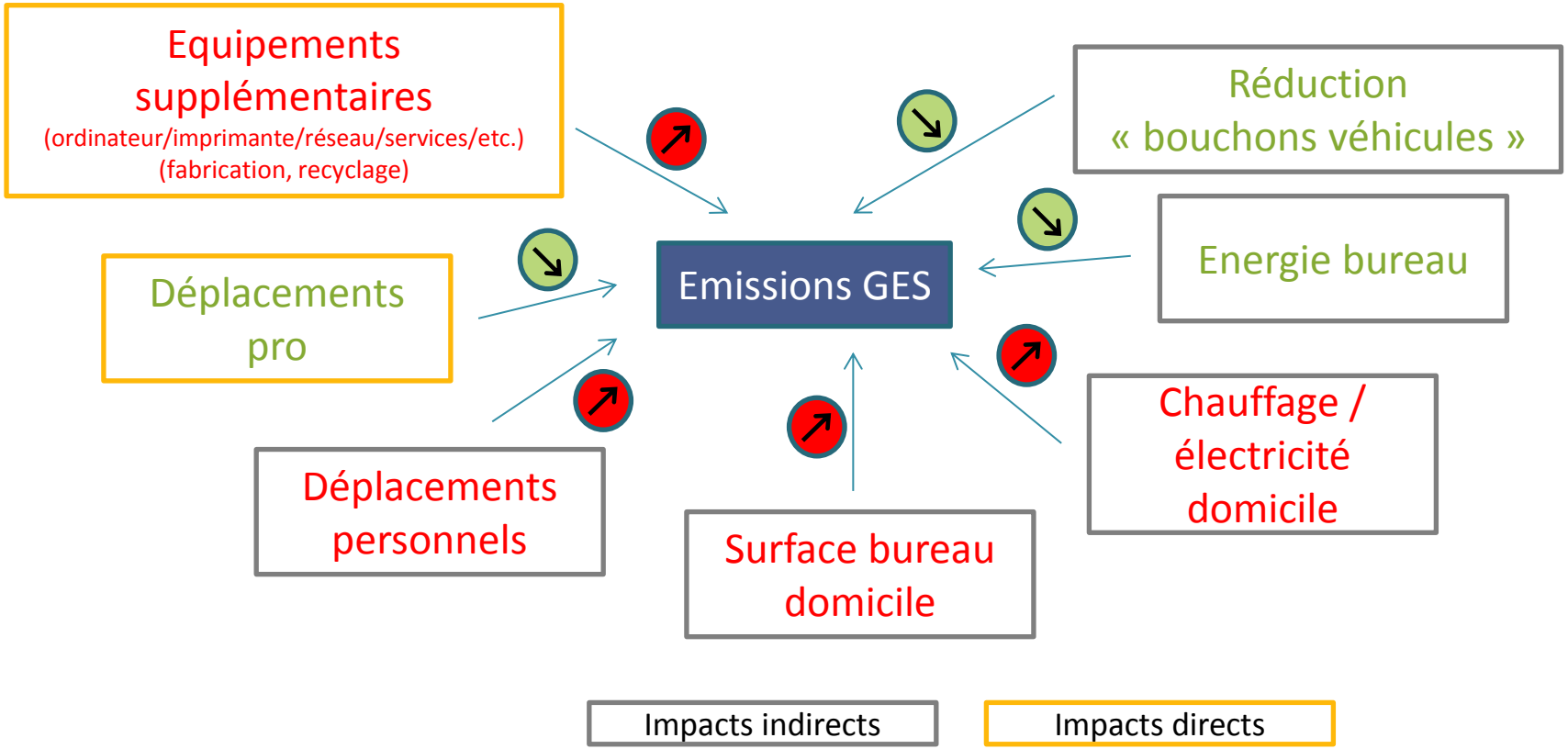
Françoise BERTHOUD
Francoise.Berthoud@grenoble.cnrs.fr

ecoinfo.cnrs.fr

Effet	TIC en tant que **solution**	TIC en tant que **problème**
1er ordre	Utiliser directement pour traiter de l'information (relative à l'environnement)	Cycle de vie des TIC : Production, Utilisation, Fin de vie
2ème ordre	Effets d'optimisation (GES) Effets de substitution (GES)	Effets induits : sur-consommation, consommation d'autres biens matériels ou services
3ème ordre		

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

Le télétravail



Effet	TIC en tant que **solution**	TIC en tant que **problème**
1er ordre	Utiliser directement pour traiter de l'information (relative à l'environnement)	Cycle de vie des TIC : Production, Utilisation, Fin de vie
2ème ordre	Effets d'optimisation (GES) Effets de substitution (GES)	Effets induits : sur-consommation, consommation d'autres biens matériels ou services
3ème ordre	Profond changement structurel vers une économie dématérialisée	Interdépendance accrue entre services/équipements/logiciels/ ➔ accélération de l'obsolescence, augmentation de la complexité Effets rebond (liés à un gain en consommation de ressources – énergie ou matériaux) • Directs • indirects • Macroéconomiques

AGIR

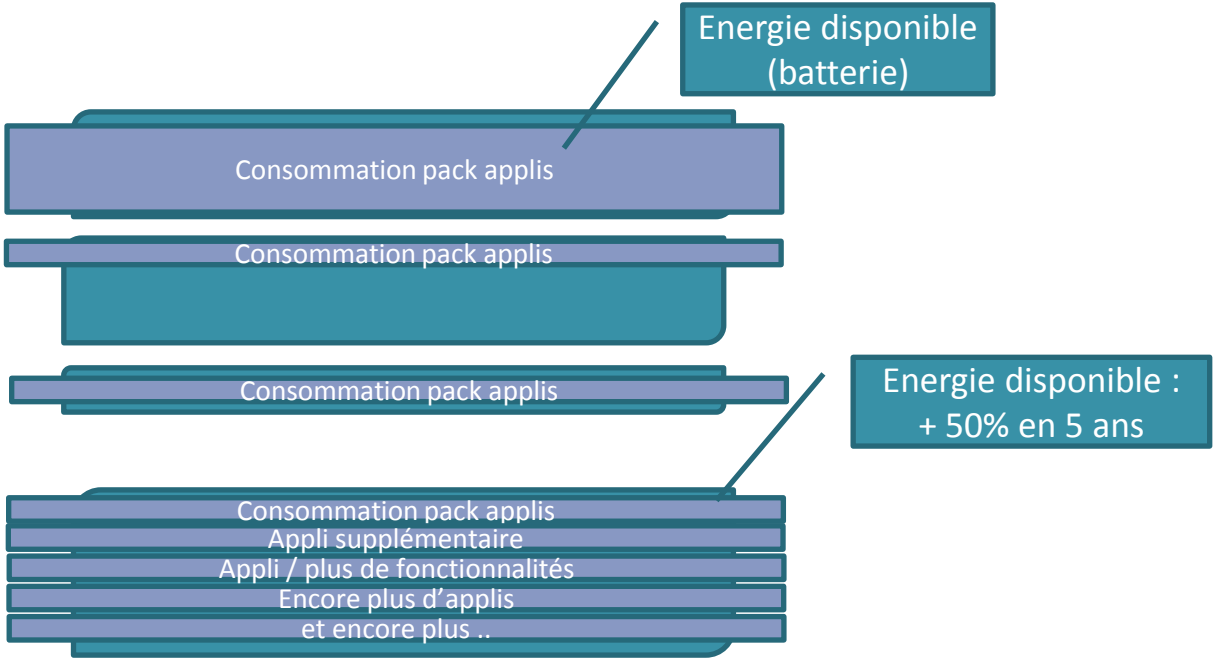
AGIR

1

Evaluer

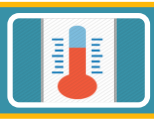
Source : « ICT for sustainability : an emerging research field », 2014, Lorenz Hilty & Bernard Aebischer

Les effets rebonds



Consommation d’énergie primaire

- Consommation des ressources énergétiques



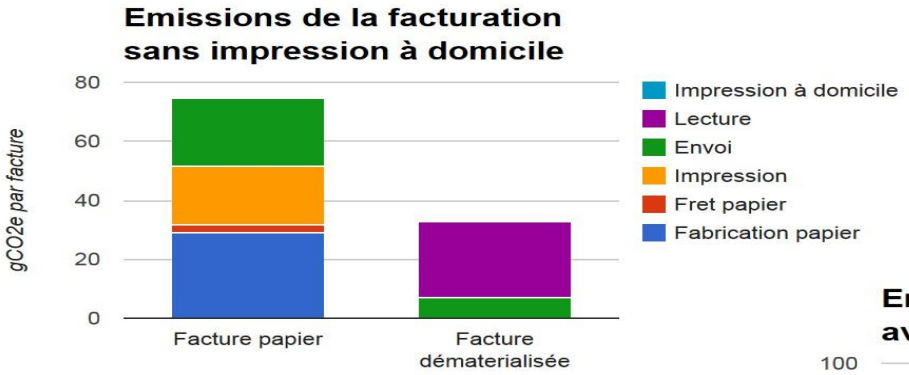
Changement climatique

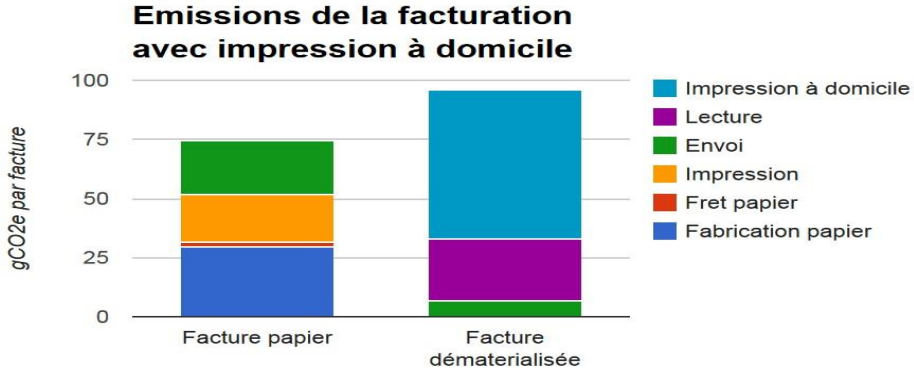
- Émission de gaz à effet de serre

1

Evaluer

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



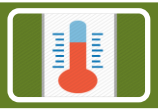


Prise en compte : fabrication, utilisation du PC ; DC ; etc. (éléments précisés)

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

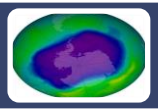
Consommation d'énergie primaire

•Consommation des ressources énergétiques



Changement climatique

•Émission de gaz à effet de serre



Destruction de la couche d'ozone

•Dommages causés 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

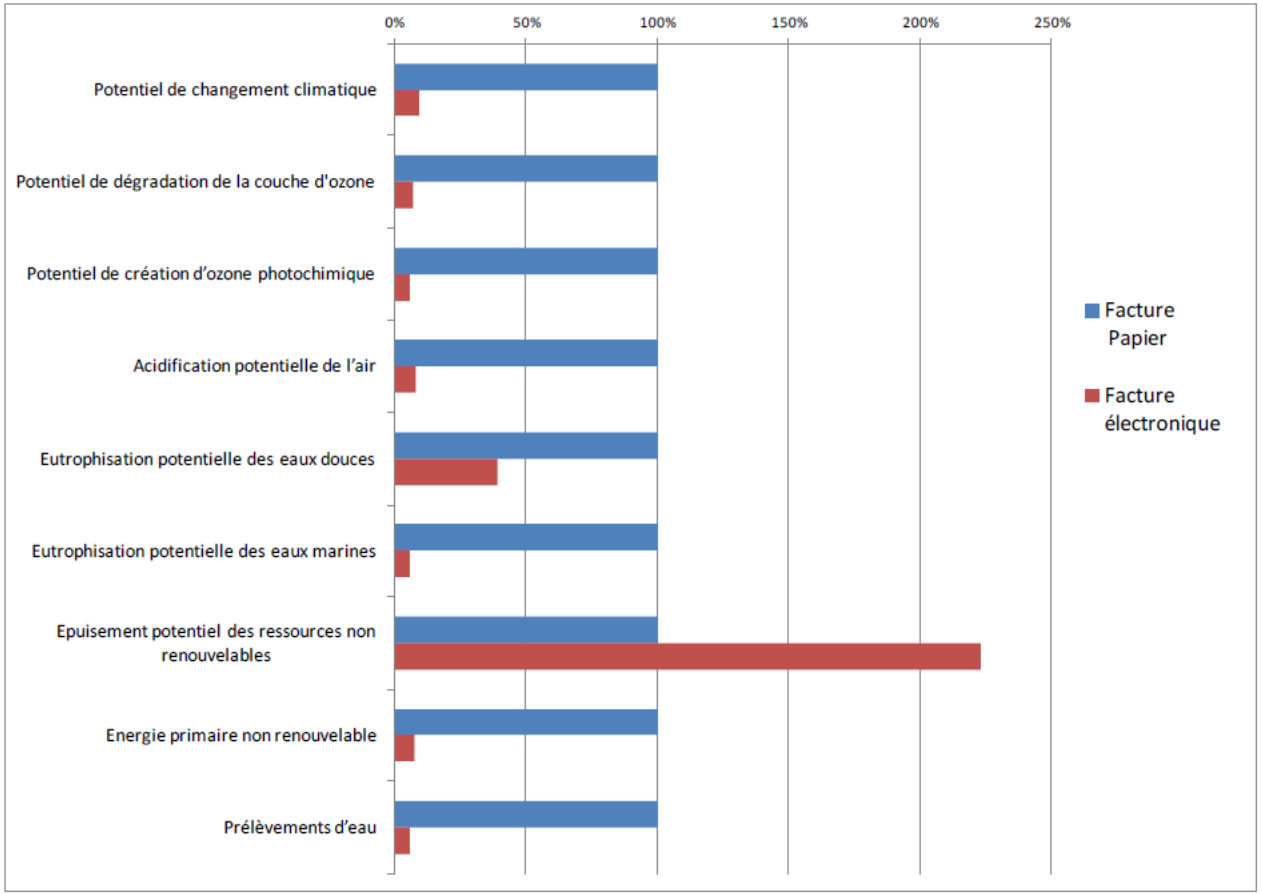
•Émissions dans l'air, l'eau et le sol de substances toxiques présentant un risque potentiel pour la faune et la flore aquatique

Déplétion des métaux

. épuisement des métaux en provenance de la croute terrestre

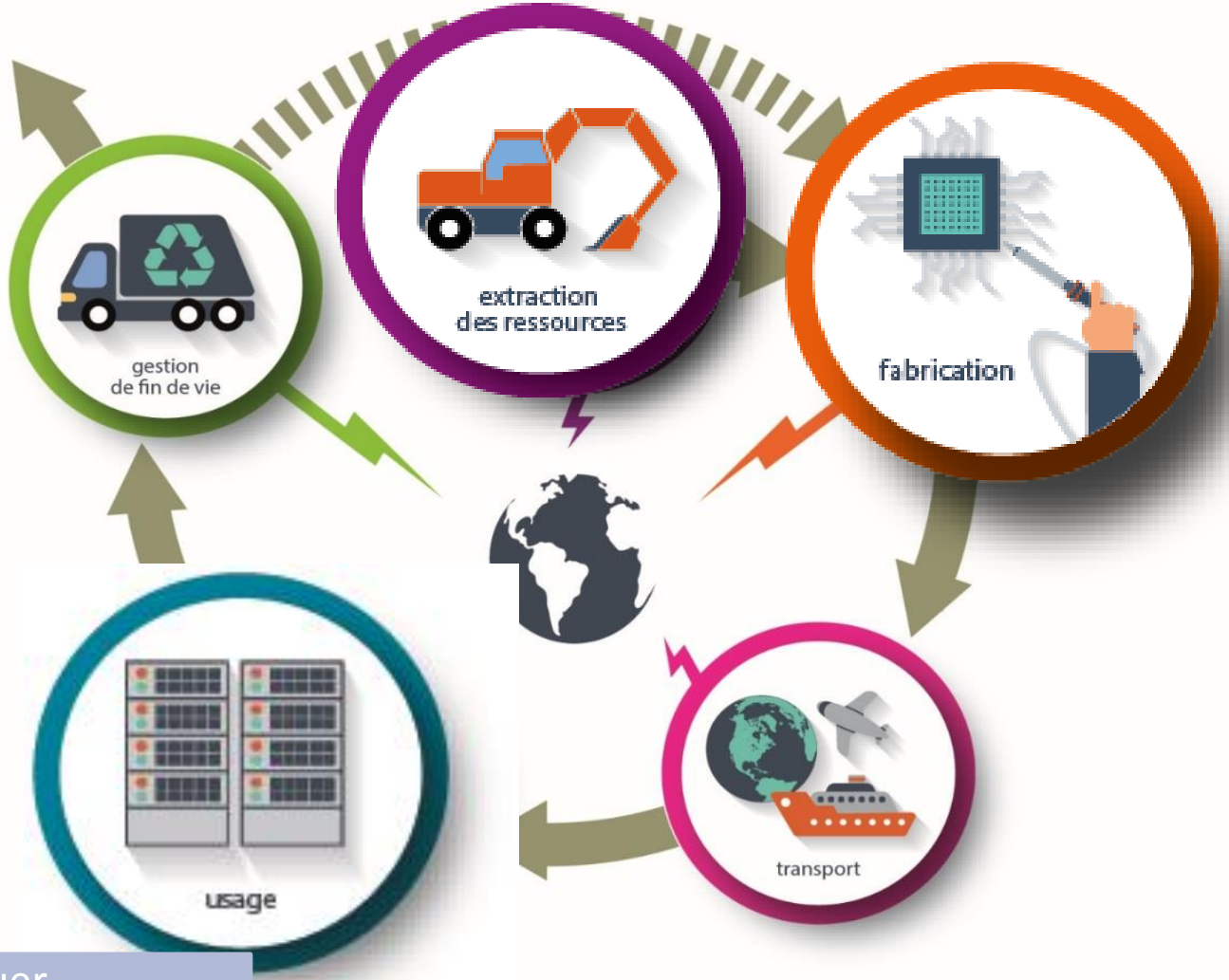
Consommation d'eau

•Consommation d'eau tout au long du cycle de vie


0%
50%
100%
150%
200%
250%
Potentiel de changement climatique
Potentiel de dégradation de la couche d'ozone
Potentiel de création d'ozone photochimique
Acidification potentielle de l'air
Eutrophisation potentielle des eaux douces
Eutrophisation potentielle des eaux marines
Epuisement potentiel des ressources non renouvelables
Energie primaire non renouvelable
Prélèvements d'eau
Facture Papier
Facture électronique

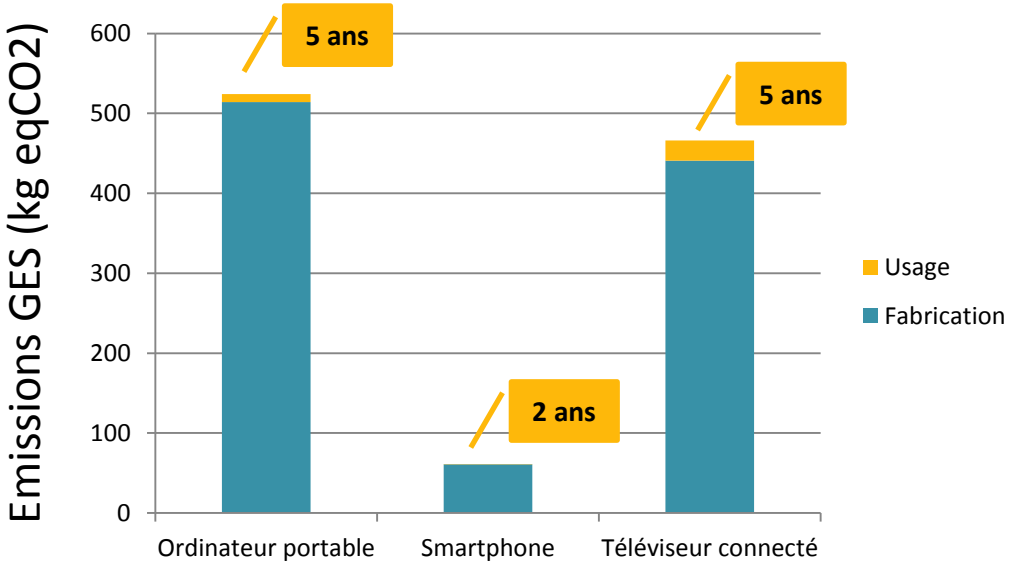
1

Evaluer


extraction
des ressources
fabrication
transport
usage
gestion
de fin de vie

1

Evaluer



Fabrication en Chine,
Usage en France, hors internet

olitiques, Consultants, Chercheurs, Médias

agir

Le problème est global, il faut penser global –

- Prendre en compte les bénéfices et effets négatifs directs, indirects et rebond
- Vérifier les « évidences » par des analyses multi-indicateurs prenant en compte tout le cycle de vie des produits/services
- Mettre au point des méthodologies, des modèles d'analyse dynamique des impacts environnementaux

Effet	TIC en tant que **solution**	TIC en tant que **problème**
1er ordre	Utiliser directement pour traiter de l'information (relative à l'environnement)	Cycle de vie des TIC : Production, Utilisation, Fin de vie **COMPRENDRE**
2ème ordre	Effets d'optimisation (GES) Effets de substitution (GES)	Effets induits : sur-consommation, consommation d'autres biens matériels ou services
3ème ordre	Profond changement structurel vers une économie dématérialisée	Interdépendance accrue entre services/équipements/logiciels/ ➔ accélération de l'obsolescence, augmentation de la complexité Effets rebond (liés à un gain en consommation de ressources – énergie ou matériaux) • Directs • indirects • Macroéconomiques

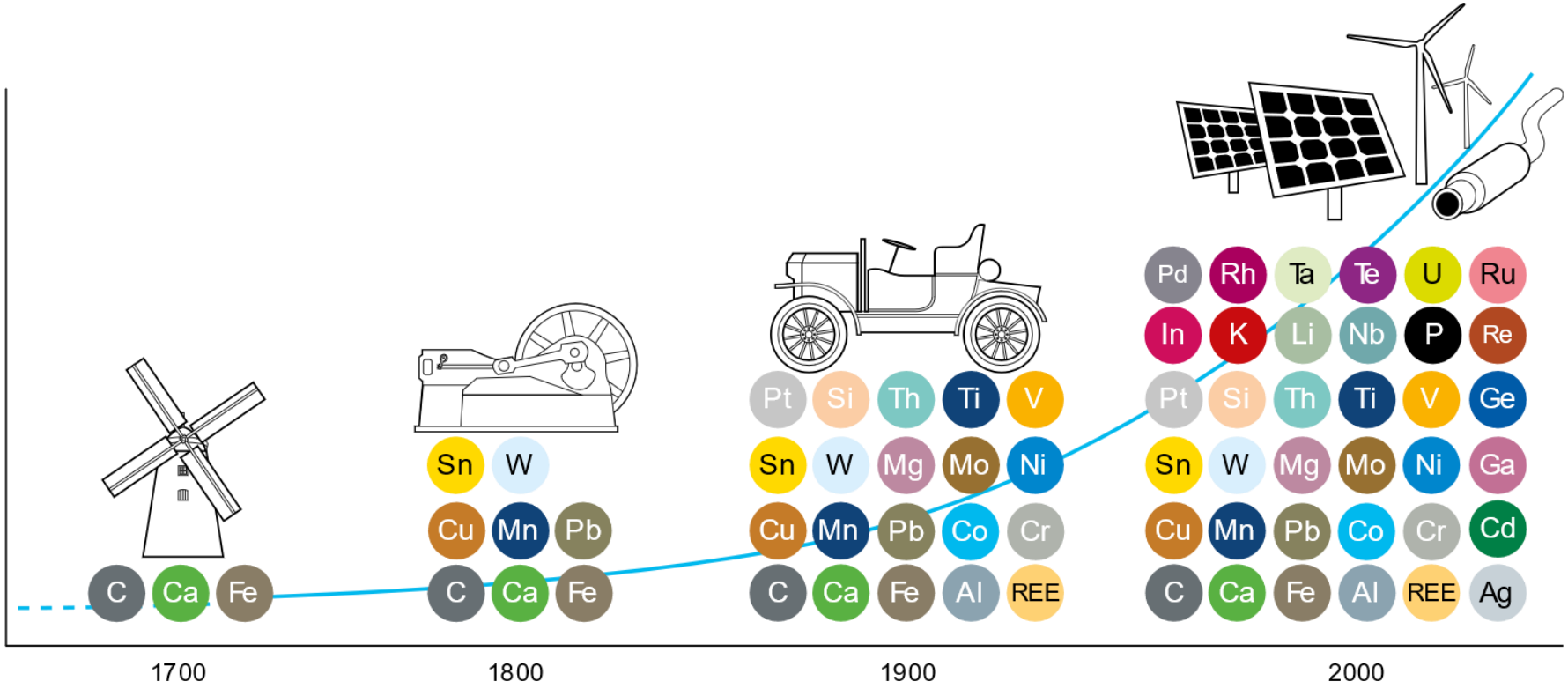
AGIR

1

Evaluer

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

Les métaux dans les équipements électroniques



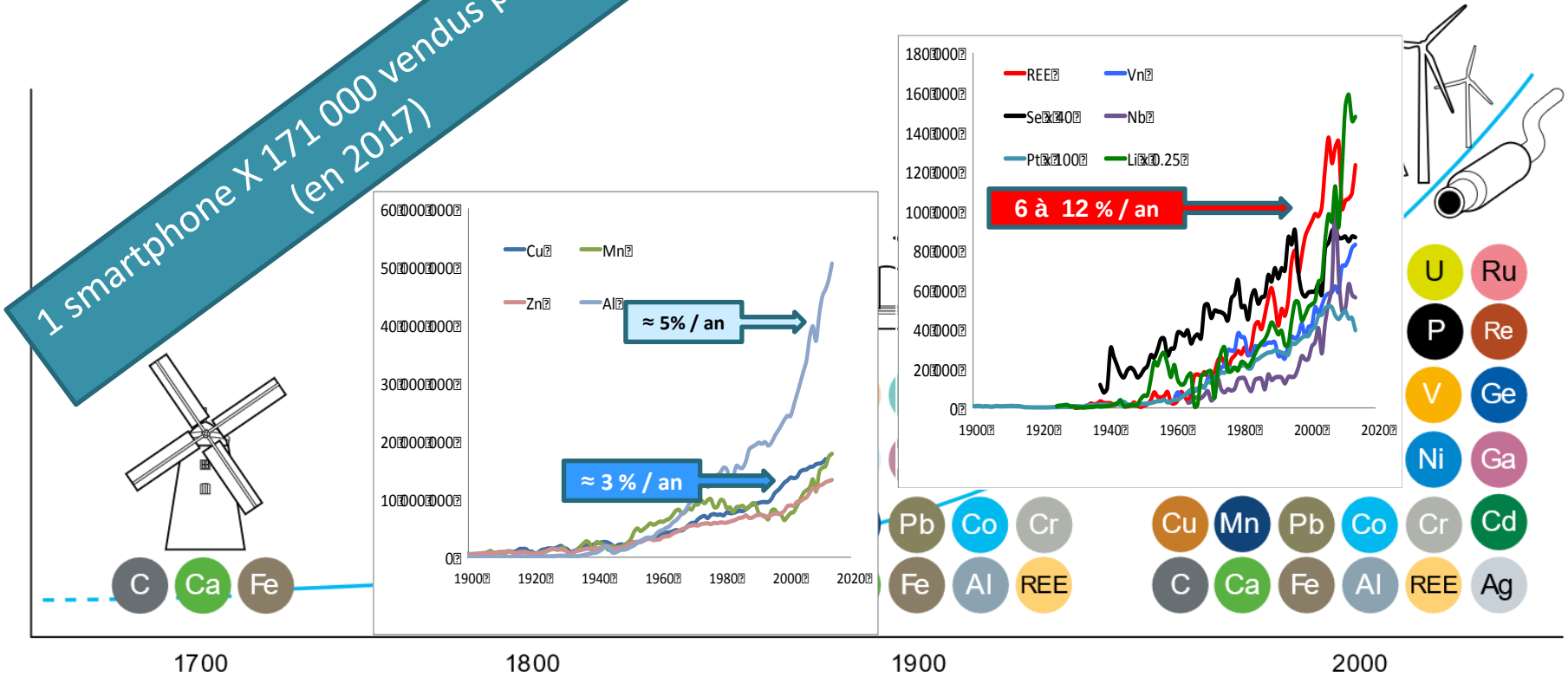
Source: V. Zepf, 2014

2

Observer extraction

Les métaux dans les équipements électroniques

1 smartphone X 171 000 vendus par heure (en 2017)



2

Observer extraction

Source: V. Zepf, 2014

D’autres impacts liés à l’extraction des métaux

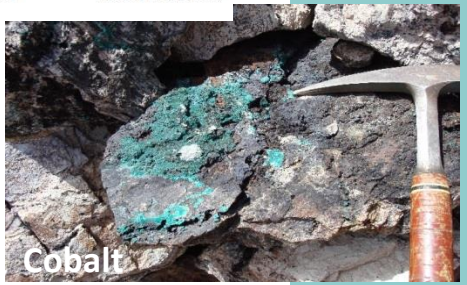
Impacts sociaux et politiques :

- Conflits armés (RdC),
- conflits d’usage de l’eau (dans des régions soumises à la secheresse), refus exploitation minière, etc.

Mines de diamants en République démocratique du Congo

Photo © PNUE (2011)

Source : https://congovox.com

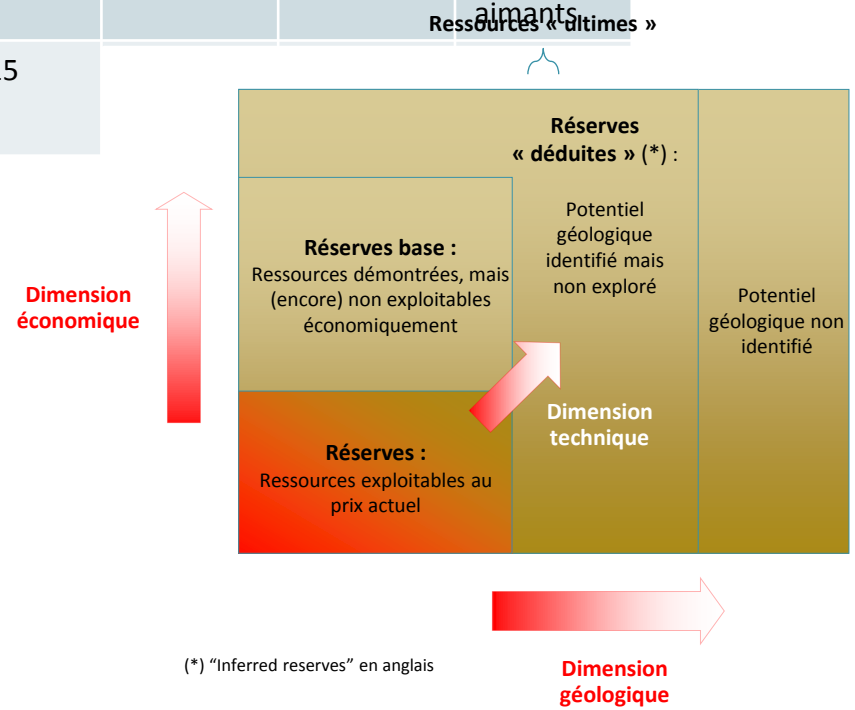


Source : https://mapa.conflictosmineros.net

Impacts liés à l'extraction des métaux

		Ag	Cu	In	Ga	Ge	Li	Ta	REE
TIC	Usage	Contacts	Cables	Ecrans	Leds	Wifi, FO	Batteries	LCD, Cond	LCD, aimants
Réserves **Actuelles** (ans)		15-30	40	10-15	10-15	10-15			

Réserves connues et exploitables aujourd'hui

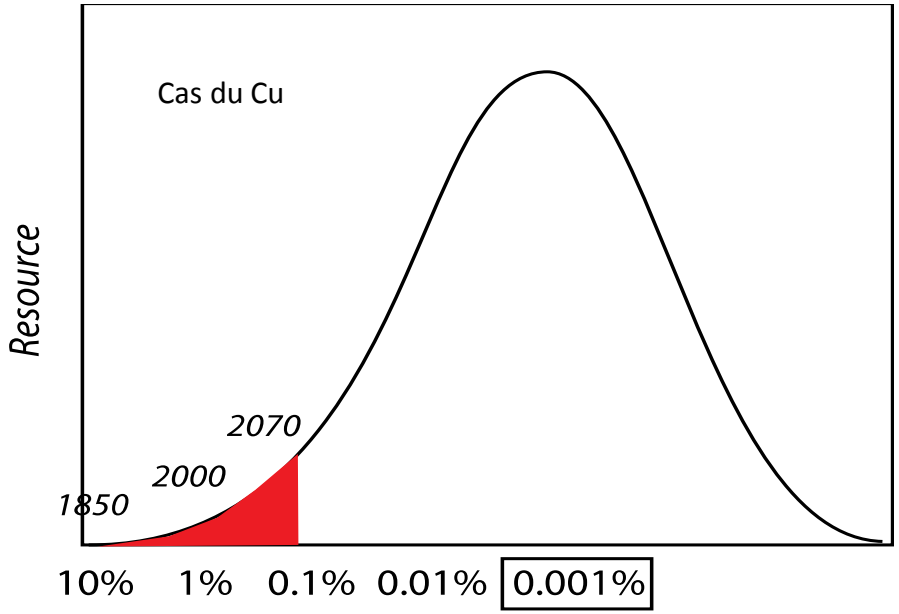


(*) "Inferred reserves" en anglais

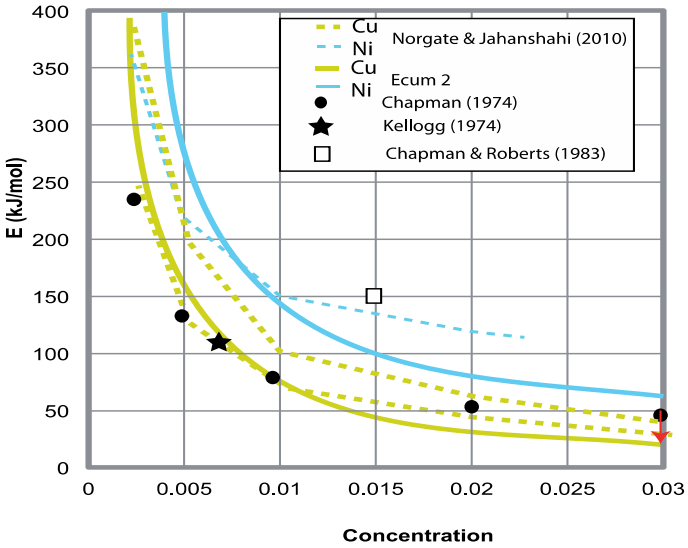
2

Observer extraction

concentration / énergie d'extraction



Energie de production et concentration (cas du Cu et du Ni)



Source : Olivier VIDAL

D’autres impacts liés à l’extraction des métaux

Impacts environnementaux :

- Tarissement et pollution eau,
- Érosion des sols et fragmentation territoires
- Pollution sol & air (acides, mercure, cyanure, etc.)

➔ perte biodiversité et problèmes santé homme

Kennecott Copper Mine (Utah) **3.2 x 1.2 x 1.2 km^3**

gestion
de fin de vie
extraction
des ressources
fabrication
usage
transport

gestion
de fin de vie
extraction
des ressources
fabrication
usage
transport

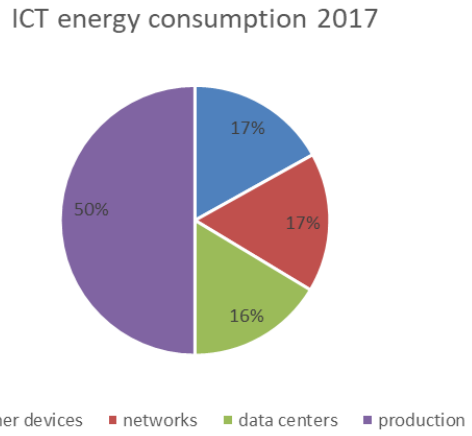
Constats : consommation électrique / GES

- Environ 10% de la consommation électrique mondiale – en hausse de 8% par an alors que la consommation mondiale est en hausse de 3% par an

- Progression traffic données réseau : environ 25 % dans le monde, 30% en France (source orange) [80% pour les vidéos]

- **<u>CO2</u>:** 2013 ~ Aviation civile → 2025 ~ Automobiles

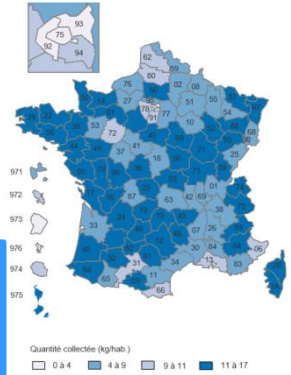
Des pratiques inflationnistes :
- Renouvellement trop rapide de nos équipements
- Multiplication des périphériques et des objets connectés
- Usages vidéos exponentiels



Source : production du groupe leanICT, shift projet

gestion
de fin de vie
extraction
des ressources
fabrication
transport
usage

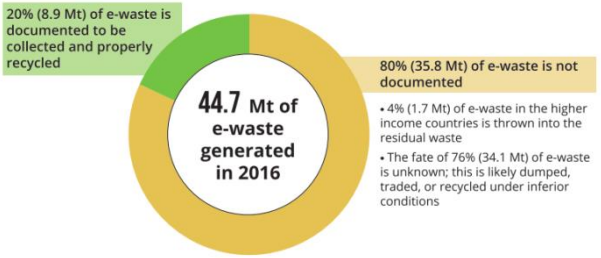
Les Déchets électroniques

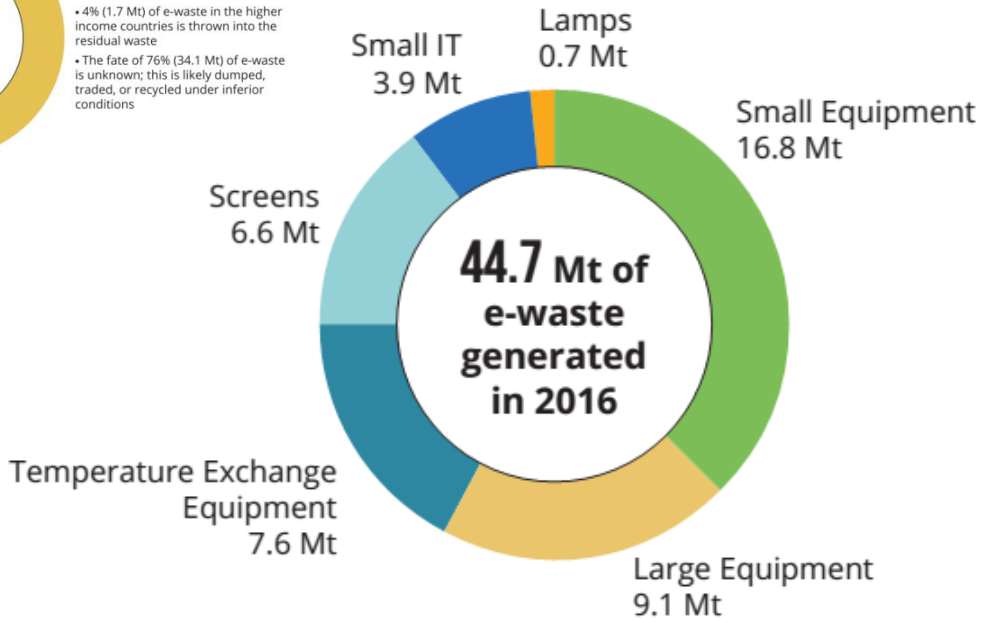


17 à 24 kg DEEE par habitant

Taux de collecte

	2013	2015	2016
Filière règlementaire	35%	43%	49%
Hors filière	65%	57%	51%





The global e-wastemonitor –2017, United Nations University.

Collecte et regroupement

réutilisation

Dépollution / démantèlement

Tri / broyage

Valorisation énergétique / élimination

recyclage

En général 78% [16% smartphones / UMICORE]

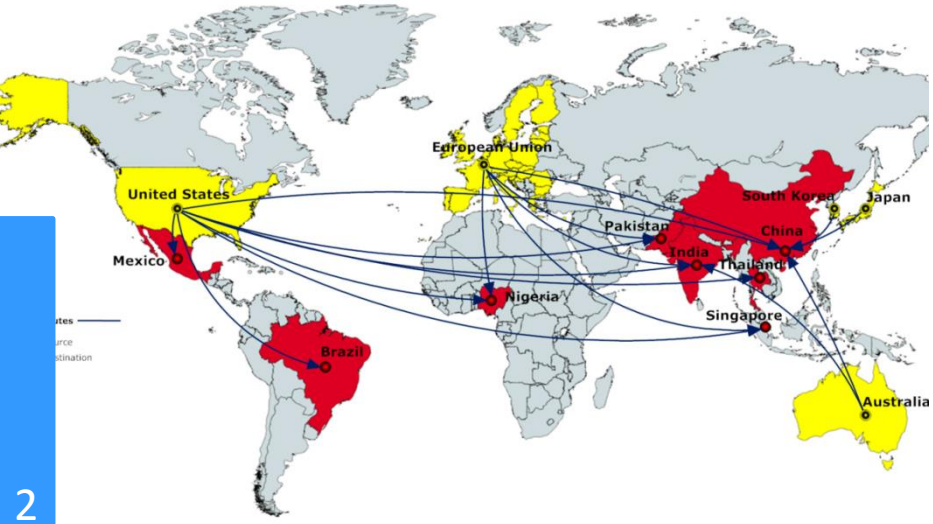
? % [3% smartphones / UMICORE]

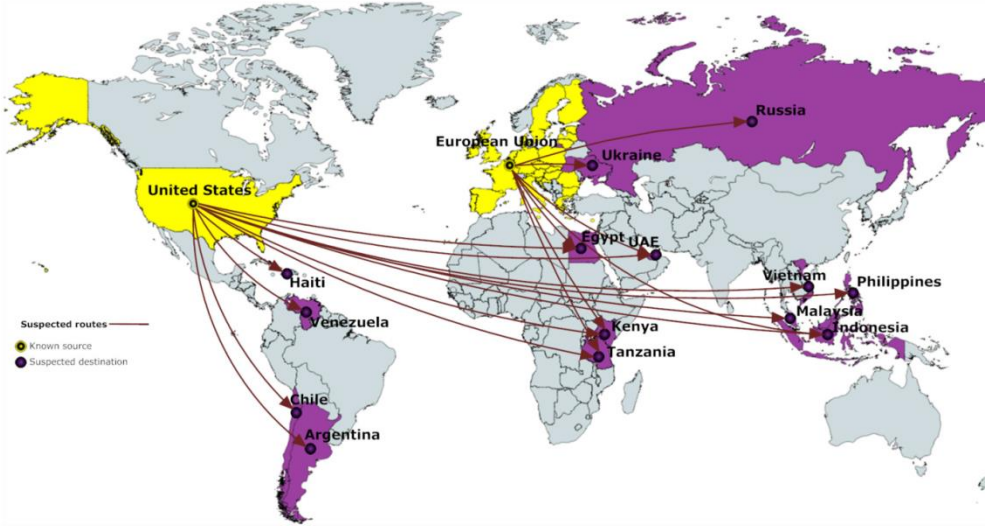
2

Observer fin de vie

Adapté de Carole Charbuillet, ENSAM, 2018

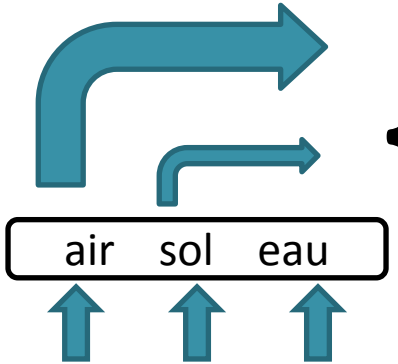
Traffic illégal & suspecté de déchets électroniques





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

Pollution



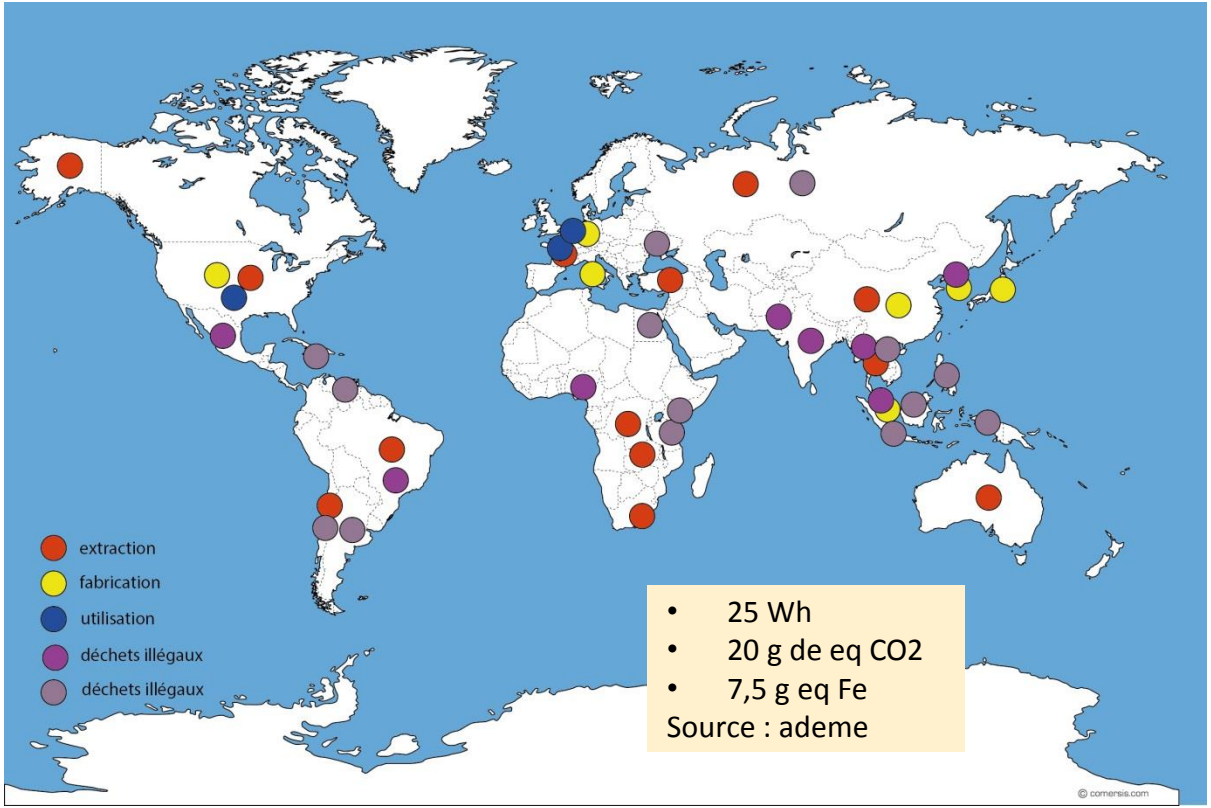
- Effets sur la biosphère
- Cultures (riz, légumes, ..) et eau douce polluées !
- Perte de biodiversité
- Effets sur la santé de l'homme

- Polluants organiques persistants
- Métaux lourds (cuivre, nickel, zinc, étain, plomb, arsenic, gallium, germanium, indium, mercure, sélénium, thallium) : non dégradable et bio-accumulables
- Phtalates (issus des plastiques) : bio-accumulables, persistants
- Solvants , agents tensio-actifs (bioamplification), composés chimiques perfluorés, dioxine, furane
- Etc.

Un simple mail (avec une petite photo de chat)

2

Observer



- 25 Wh
- 20 g de eq CO2
- 7,5 g eq Fe

Source : ademe

Chercheurs, Législateurs, Politiqu
Utilisateurs, Producteurs, Médias

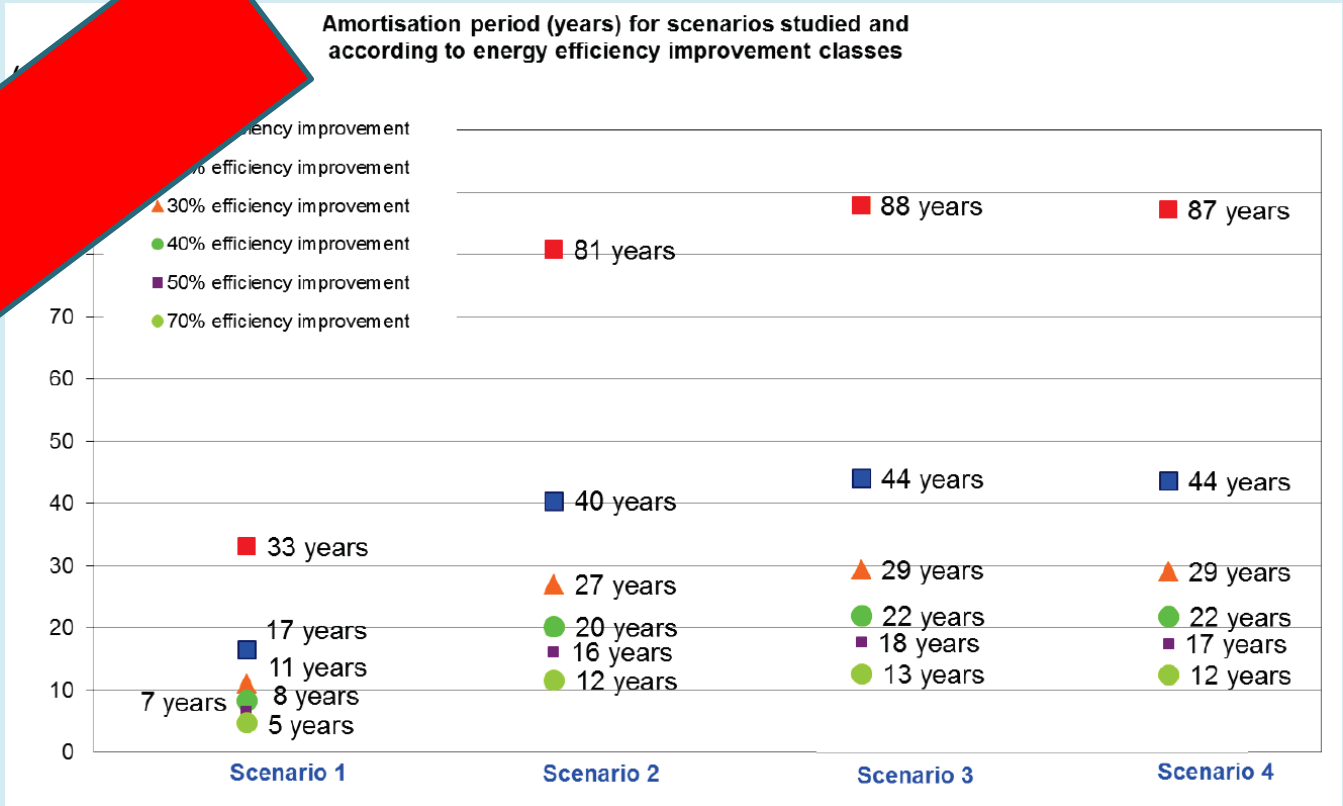
agir

- Renforcer la législation européenne (éco-conception, déchets électroniques, devoir de diligence, obsolescence, etc.)
- Et faire durer les équipements, encore et encore, réutiliser toujours, réparer encore
- Et couper l'alimentation des équipements non utilisés
- Et inventer un internet sobre, résilient, peu consommateur, robuste aux ruptures d'approvisionnement (E, Mat)
- Et améliorer les technologies de recyclage et la collecte
- Et former, informer
- Et réfléchir avant de lancer une expérience consommatrice d'énergie !

Attention aux idées reçues !

Il vaut mieux renouveler son ordinateur portable pour un nouveau qui consommerait moins !

Non !



Source : Timely replacement of a notebook under consideration of environmental aspects, Prakash & al, 2012

Il ne faut pas éteindre son ordinateur trop souvent pour ne pas « user » le disque dur !

Non !

Entre 50000 et 300000 fois selon l'âge et le modèle du DD

Soit, entre 13 ans et 82 ans si on allume/éteint 10 fois l'ordinateur par jour, 365 jours/an

Source : Quantifying the Impact of Shutdown Techniques for Energy-Efficient Data Centers ; Issam Raïs & al https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01711812/file/paper-wiley.pdf

Crédits : http://www.lunil.com/debarras-gratuits-recuperation-vieux-ordinateurs-paris/

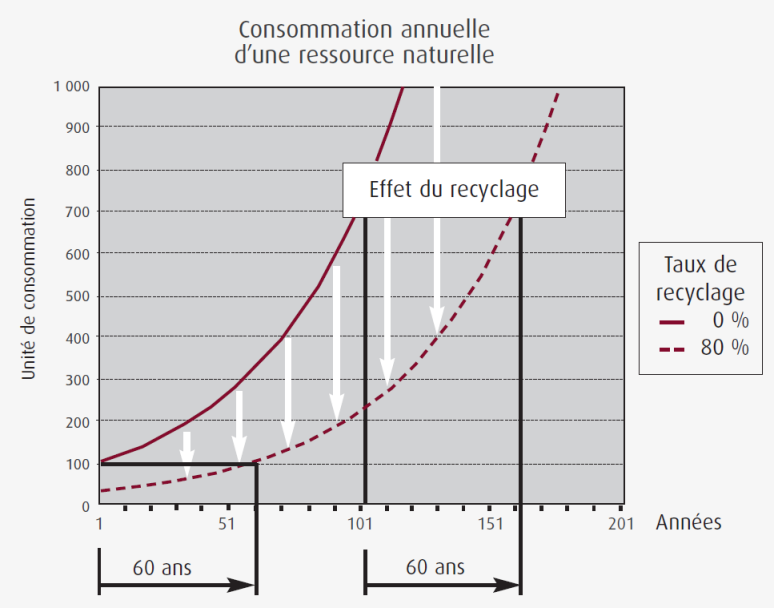
L’économie de la fonctionnalité est une bonne solution, cette formule permettrait de prolonger la durée de vie des équipements !

Pas toujours, voir le contraire !

Commown

Passer de 20 à 80% le taux de recyclage permettra de préserver nos ressources

Non !

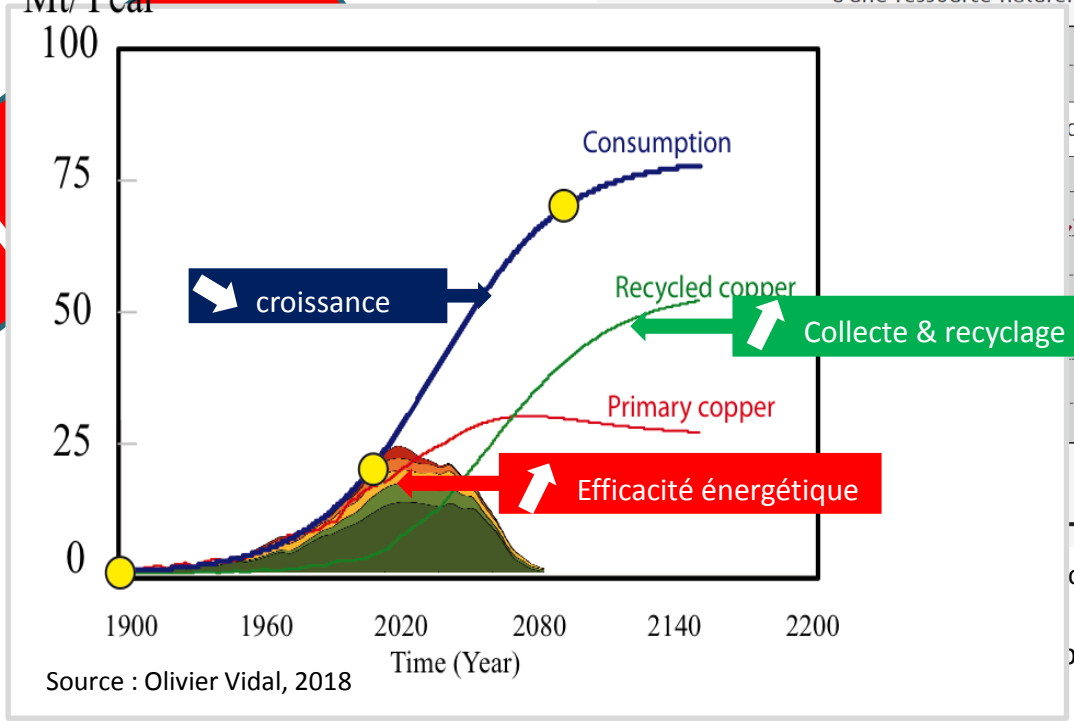


Cas d'un métal dont le taux de croissance est de 2% (durée de rétention 7a)

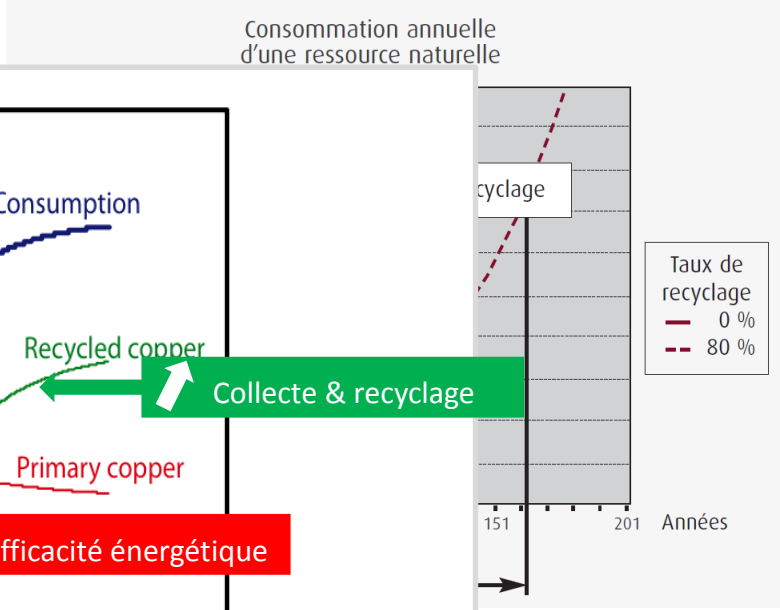
Source François Grosse, futurible, 2010

Passer de 20 à 80% le taux de recyclage permettra de préserver nos ressources

Non



Source : Olivier Vidal, 2018



oissance est de

ole, 2010

Au bout de 3 ans mon notebook / smartphone est obsolète, ou sinon c’est que ma recherche / mon activité est « has been » !

Non !

En conclusion,

le numérique :
menace ou espoir
pour l’environnement ?

Numérique, une menace parce que

Le numérique ignore ses propres impacts environnementaux, sociaux et sociétaux, qui augmentent exponentiellement mais qui sont loin de nos yeux !

Le numérique est un facteur d’accélération de l’obsolescence de tous les équipements,

La croyance dans un numérique « sauveur du monde » nous rend aveugle à d’autres solutions plus sobres,

Numérique, un espoir

parce qu'il peut contribuer à :

- Aller vers la sobriété numérique et la sobriété tout court
- Ralentir (conseil de lecture : « Momo » de Michael Ende)
- Réduire la complexité et l'interdépendance des services/équipements/logiciels/humains …
- Accroitre la résilience de nos systèmes (en incluant le numérique) dans un monde futur qui pourrait être chaotique avec des ruptures d'approvisionnement
- Prévoir, anticiper les phénomènes extrêmes
- Comprendre / modéliser nos impacts environnementaux

En étant vigilant sur tous les impacts, directs, indirects et sur toutes les étapes du cycle de vie !