Numérique : menace ou espoir pour l'environnement ?

Françoise BERTHOUD
EcoInfo – CNRS
GRICAD / LPMMC

Contributions : Jacques Combaz

Vous avez bien votre idée sur la question ?

Environnement : de quoi parle-t-on ?

Plus de 1 milliard de réfugiés climatiques d'ici 2050 ?

Un village d'Indonésie ravagé après un séisme et un tsunami, fin septembre 2018. -

Pérou, Cerro de Pasco (2005)
Wikipédia

plan

Part du numérique dans …

- Energie / électricité / GES
- Déplétion des métaux
- Pollution
- Problèmes de santé et sociaux

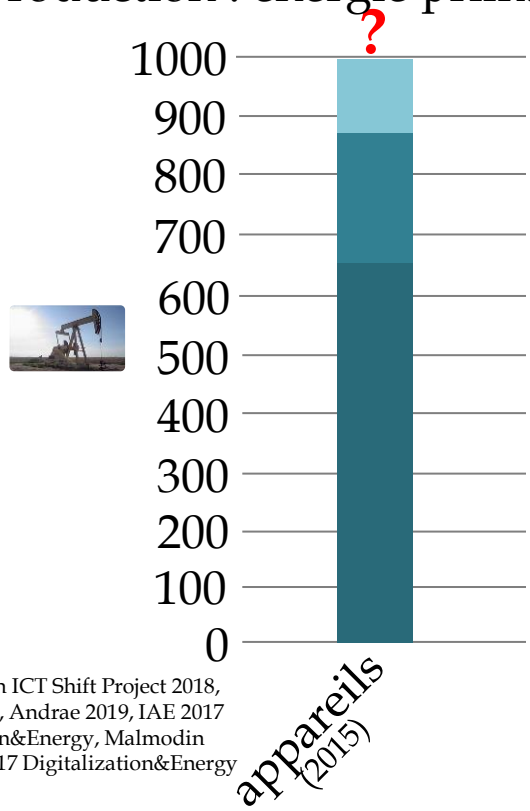
Les espoirs ?

Les freins

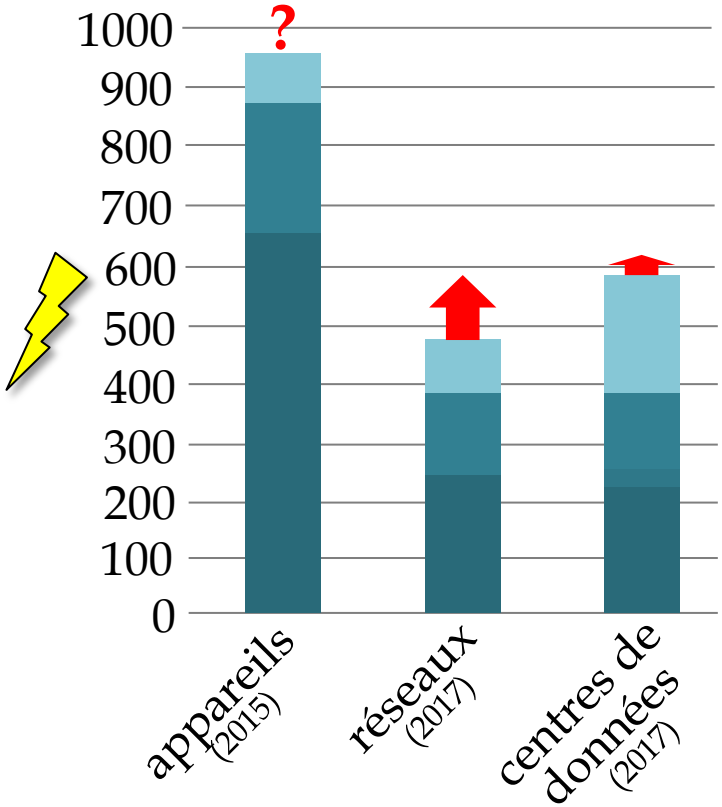
Consommation énergétique des TIC

Part du numérique dans la conso énergétique

production : énergie primaire (TWh)



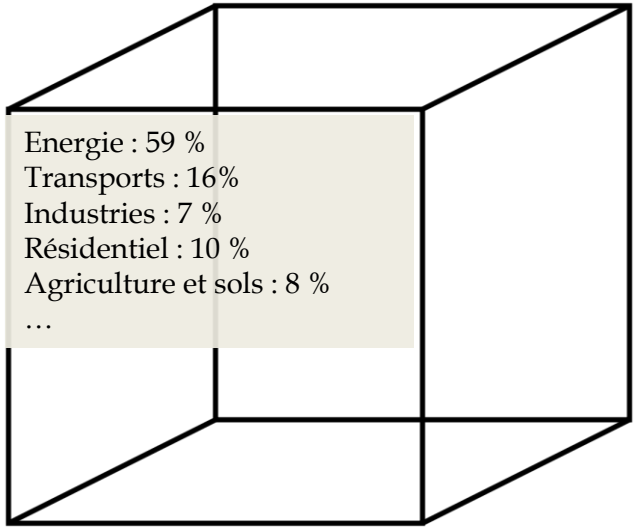
usage : électricité (TWh)

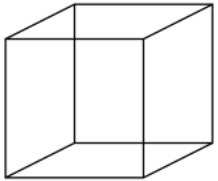


sources: Lean ICT Shift Project 2018, Andrae 2015, Andrae 2019, IAE 2017 Digitalization&Energy, Malmodin 2018, IAE 2017 Digitalization&Energy

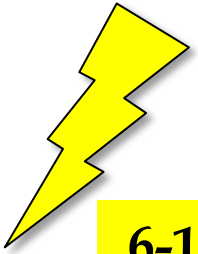
Quelques ordres de grandeur

Part du numérique dans les GES, énergie, électricité





TIC : 3-4%



6-12%

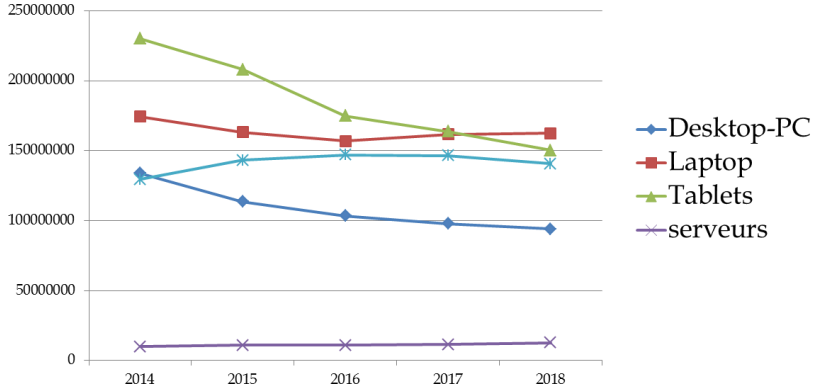
3-4%

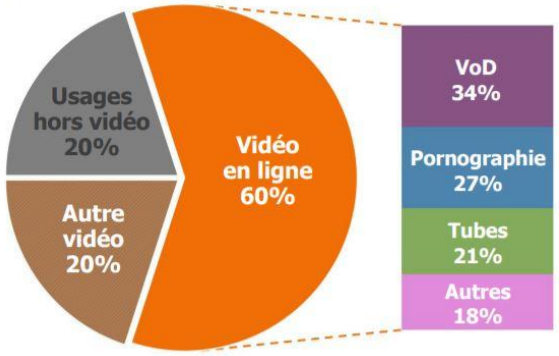
Sources : « CO_2 and Greenhouse Gas Emissions", by Hannah Ritchie and Max Roser, 2018 ; leanICT, The shift projet

Tendances

Réseau : le besoin de bande passante double tous les ans

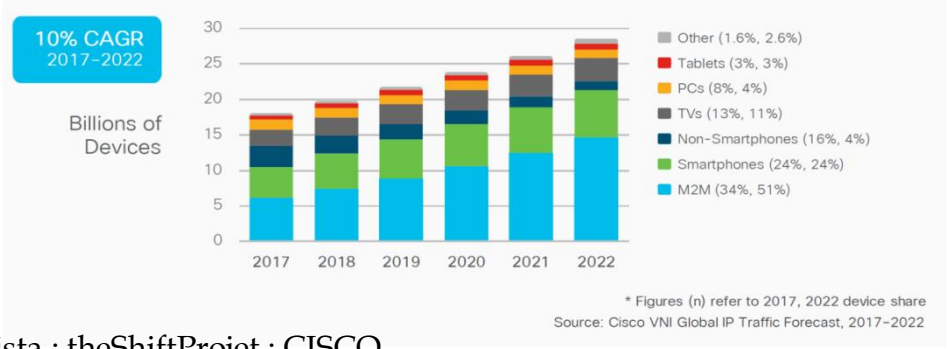
Part du numérique dans les émissions de GES





Répartition des flux de données en ligne entre les différents usages en 2018 dans le monde

[Source : *The Shift Project 2019* - à partir de (Sandvine 2018), (Cisco 2018) et (SimilarWeb 2019)]

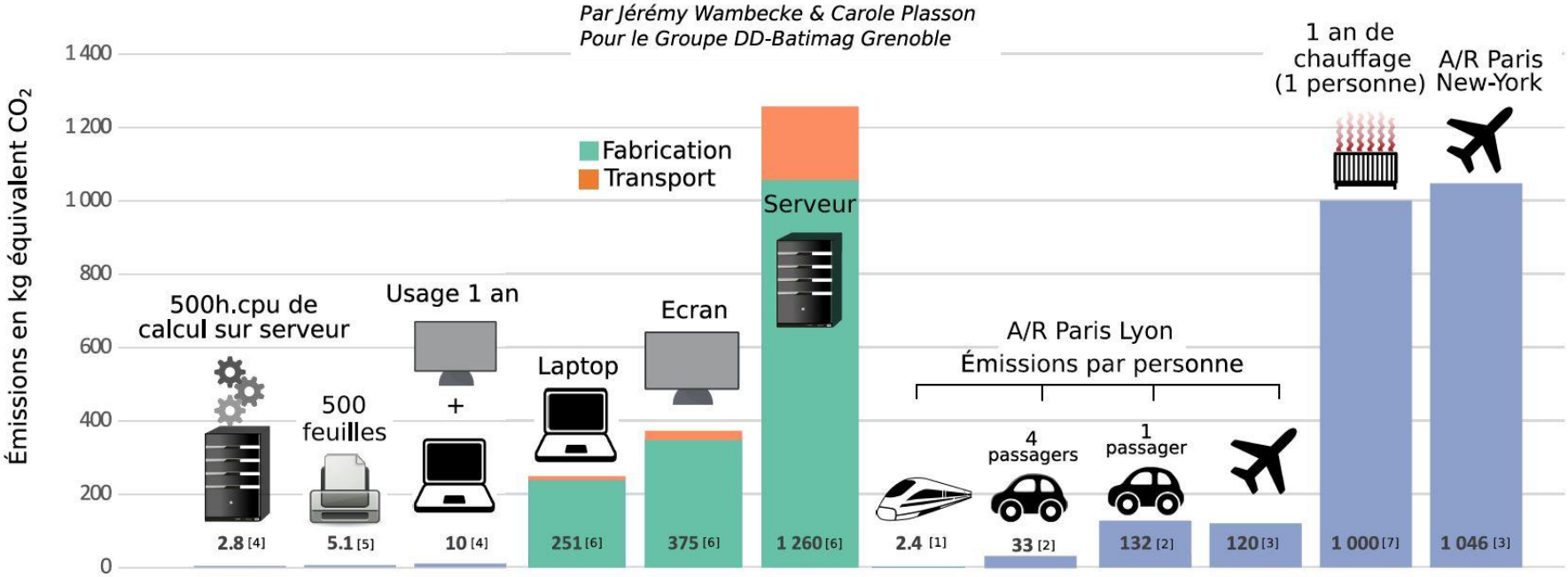


GES et Energie TIC : + 8% par an

Sources : statista ; theShiftProjet ; CISCO

A l'échelle individuelle

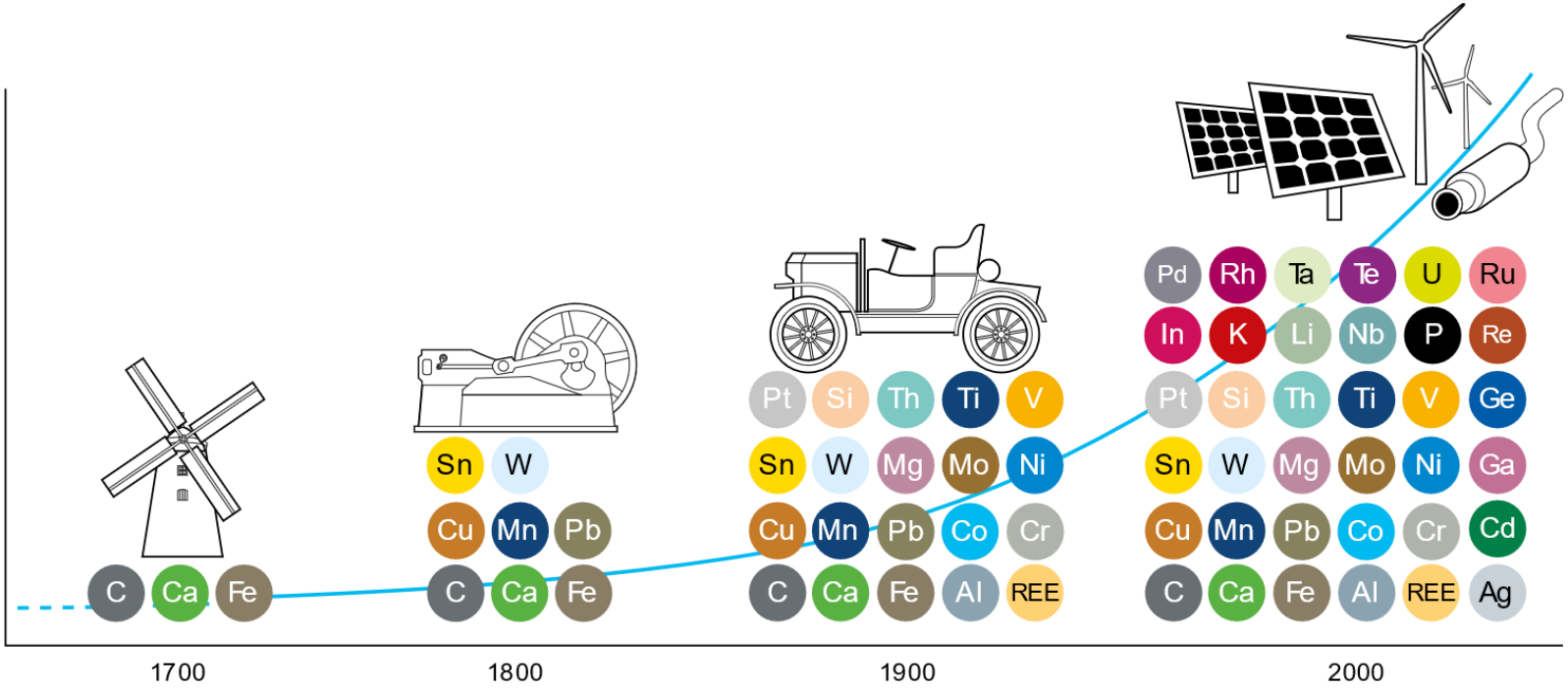
Part du numérique dans les émissions de GES



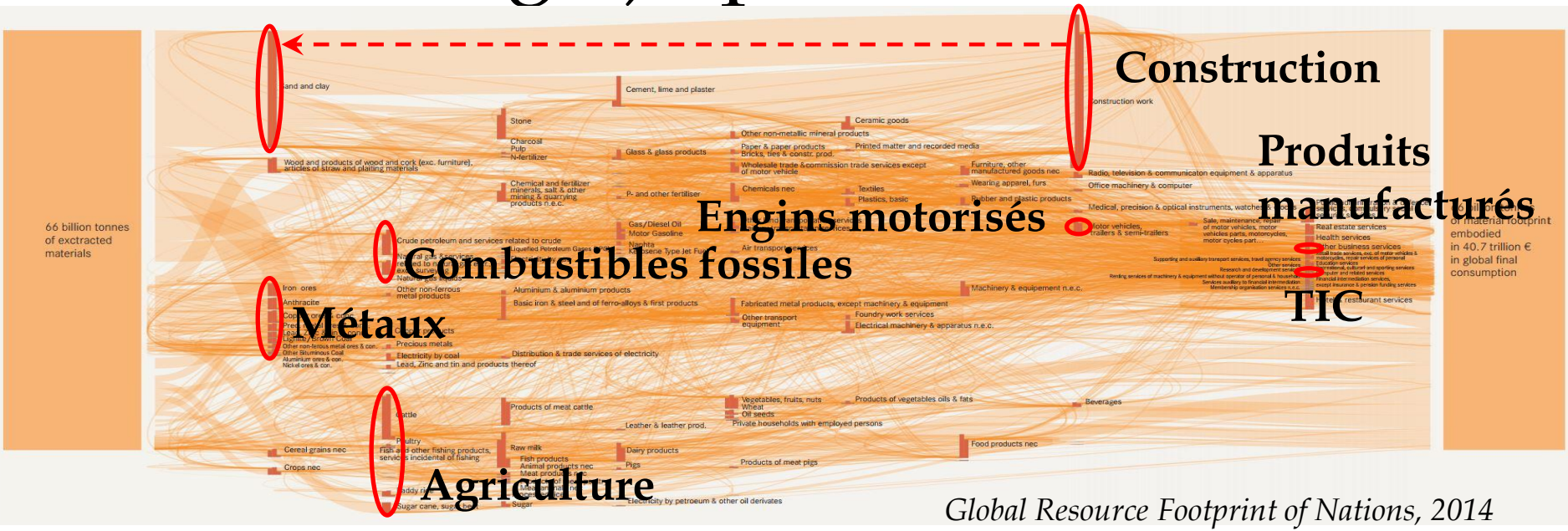
[1] https://ressources.data.sncf.com/explore/dataset/emission-co2-tgv/table/
[2] Trajet de 473km, pour une voiture émettant 140g CO2/km
[3] https://eco-calculateur.dta.aviation-civile.gouv.fr/
[4] Estimation groupe EcoInfo à partir des données moyennes de consommation dans les mésocentres en France (avec climatisation et fabrication des serveurs, durée de vie 5 ans, facteur d'impact : 0,119 kgCO2e/kwh)
[5] https://www.bonial.com/wp-content/uploads/2019/01/Synth%C3%A8se-Bonial-Benchmark-v2-Finale-FR.pdf
[6] Laptop Latitude 5490, écran 24", serveur R740. https://www.dell.com/learn/us/en/uscorp1/corp-comm/environment_carbon_footprint_products)
[7] https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/1281320/ip1445.pdf

Les métaux

Part du numérique dans les émissions de GES



Ressources globales (matières hors énergie) : part des TICs

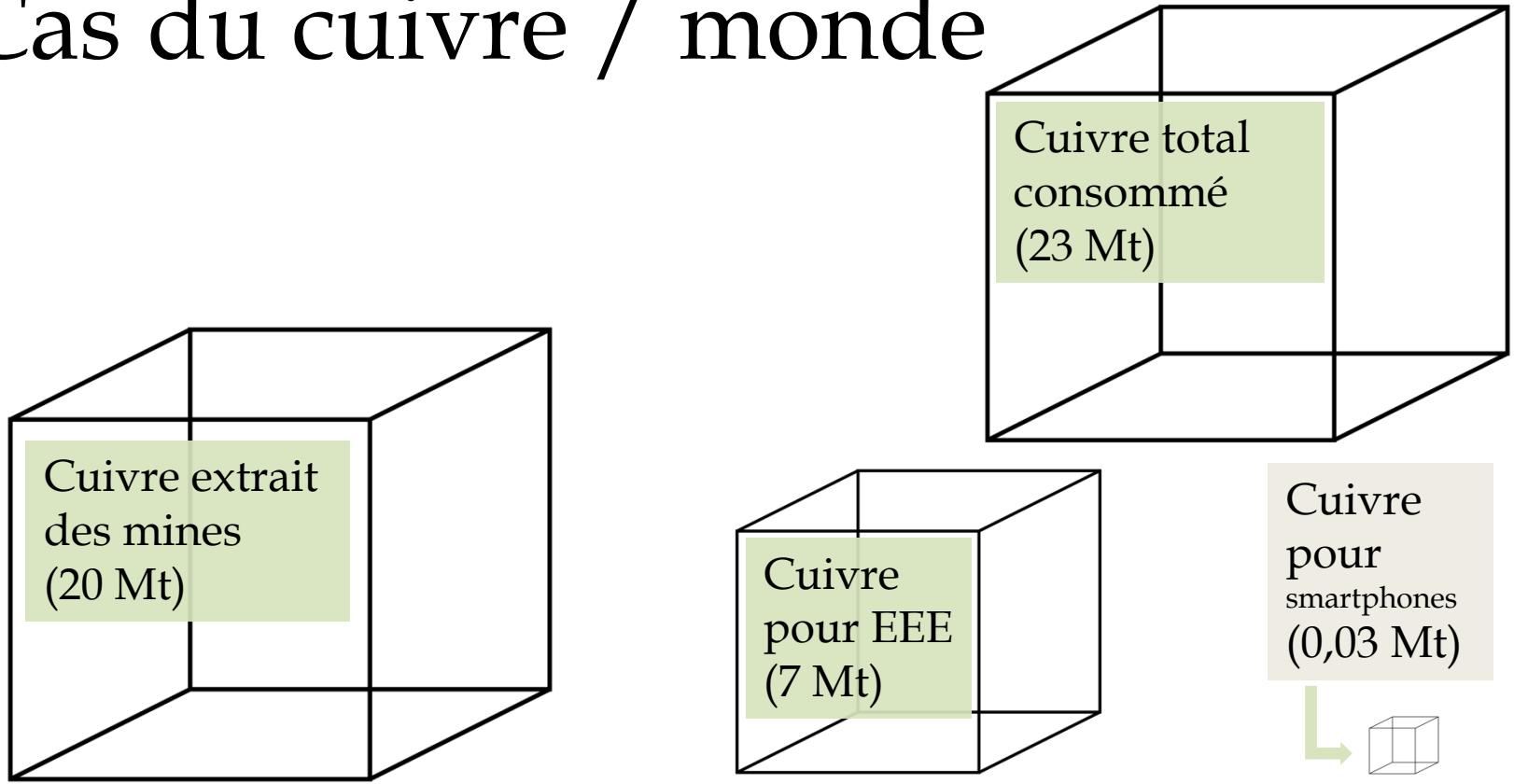


Global Resource Footprint of Nations, 2014

Part du numérique dans la déplétion des ressources

Cas du cuivre / monde

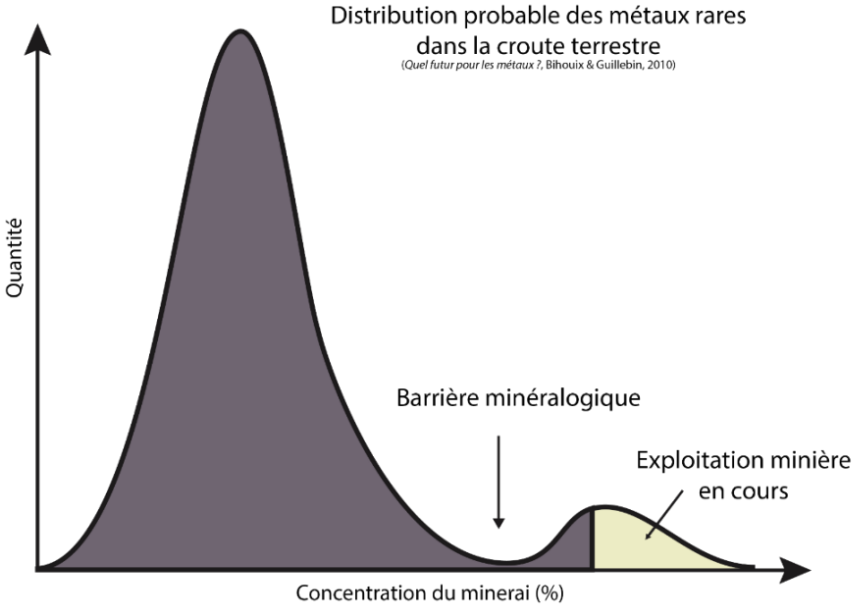
Part du numérique dans la déplétion des ressources

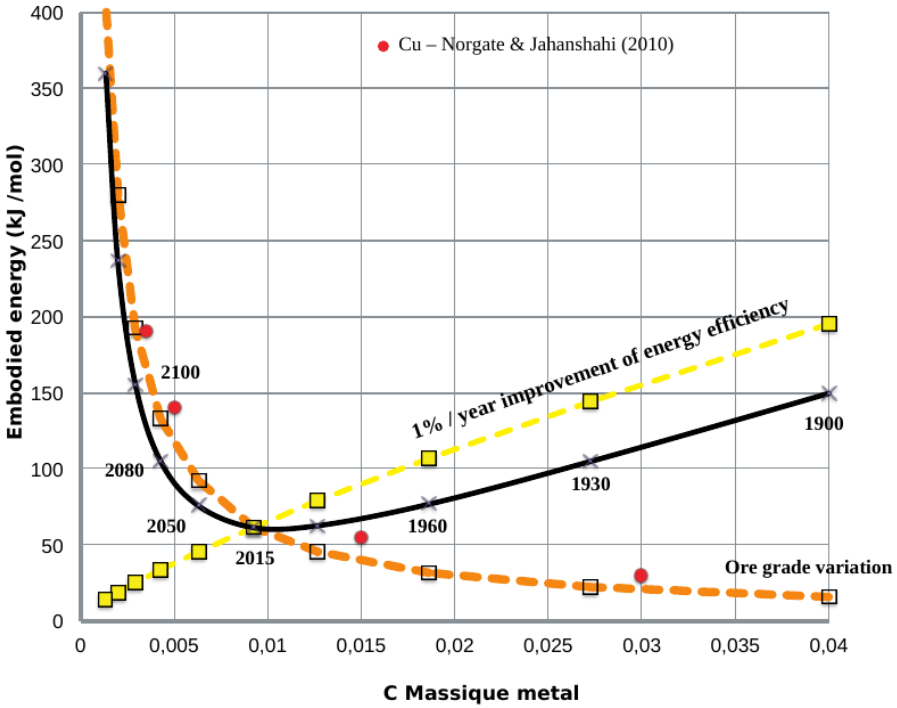


Source : http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/Fiches_criticite/fichecriticitecu180205.pdf

Part du numérique dans la déplétion des ressources

Baisse concentration
➔ Augmentation besoins eau





Source : Vidal, INRIA, 2019

Baisse concentration
➔ Augmentation besoin énergie

Métaux / énergie, CO2, eau, prix

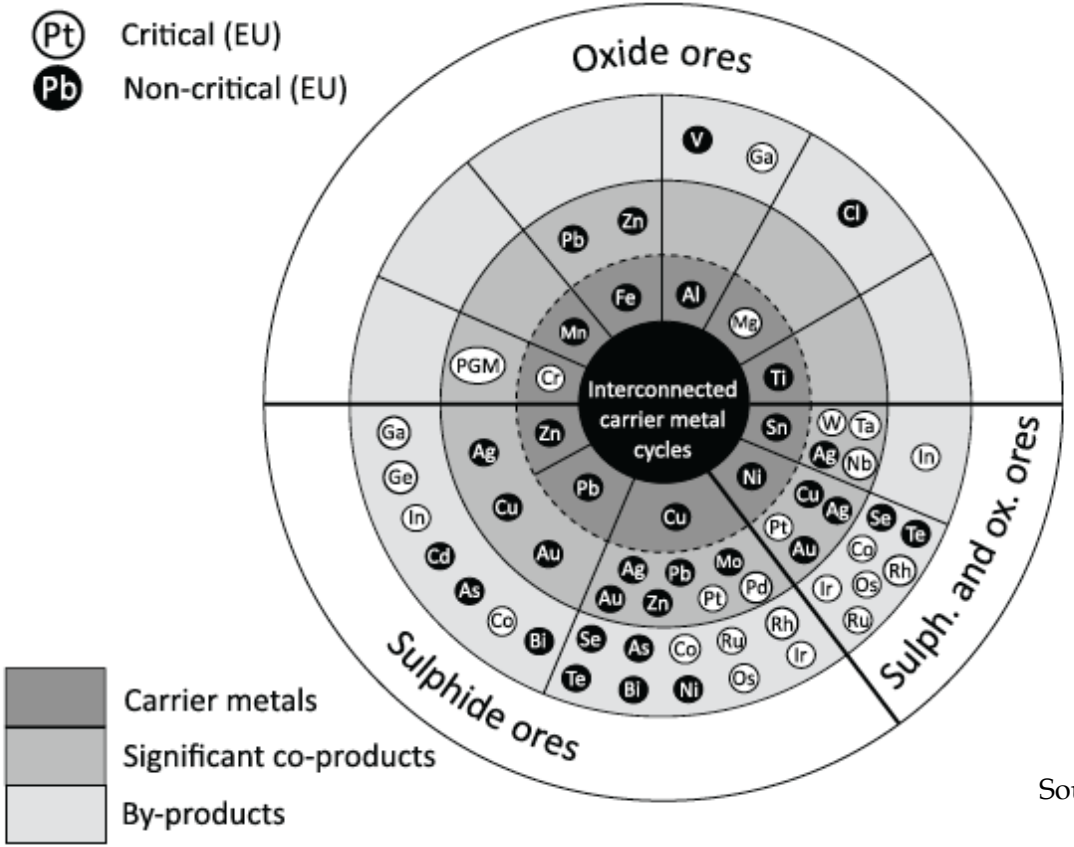
Part du numérique dans la déplétion des ressources

Métal	% utilisé par les TICs (ordre de grandeur)	kg eq CO_2/kg	Energie en moyenne (MJ/kg)	Eau en moyenne (Litres/kg)	Prix au kg
Cuivre	6 %	3,7	60	308,5	5,5
Fer		1,5	18	26	0,57
Germanium	30 – 50%				
Nickel		11,5	181,5	592	14,4
Or	9 %	26500	252500	252000	40900
Palladium	12 %	8500	157000	196000	43725
Platine	2 %	14750	270500	196000	24300
Argent	21 %	100	1475	2305	500
Titane		46,5	685	940	4,8
Zinc		3,3	46,2	344	2,4
Aluminium		12	210	990	
Tantale	60 %				300
Indium	60 %				

Sources : Bruna Tanaka Cremonini & Bénoît Cushman-Roisin , School of Engineering Dartmouth College, USA : A paraître
Bihouix, 2015

Des métaux primaires & secondaires

Part du numérique dans la déplétion des ressources

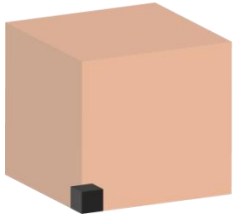


Source : Olivier Vidal, 2018

Extraction métaux / pollution

Part du numérique dans la déplétion des ressources

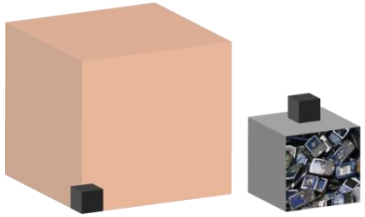
Pour la fabrication des smartphones vendus en 2018
Volume de minerais à broyer pour extraire : le Cu, le Ta, l'Or nécessaires



Extraction métaux / pollution

Part du numérique dans la déplétion des ressources

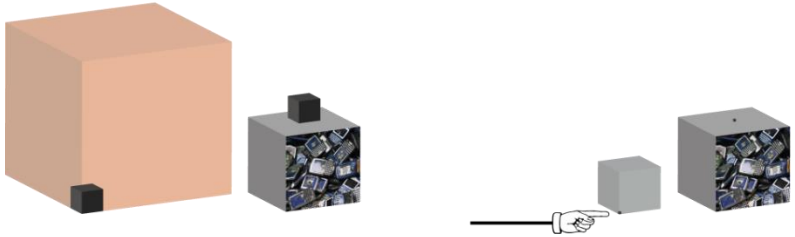
Pour la fabrication des smartphones vendus en 2018
Volume de minerais à broyer pour extraire : le Cu, le Ta, l'Or nécessaires



Extraction métaux / pollution

Part du numérique dans la déplétion des ressources

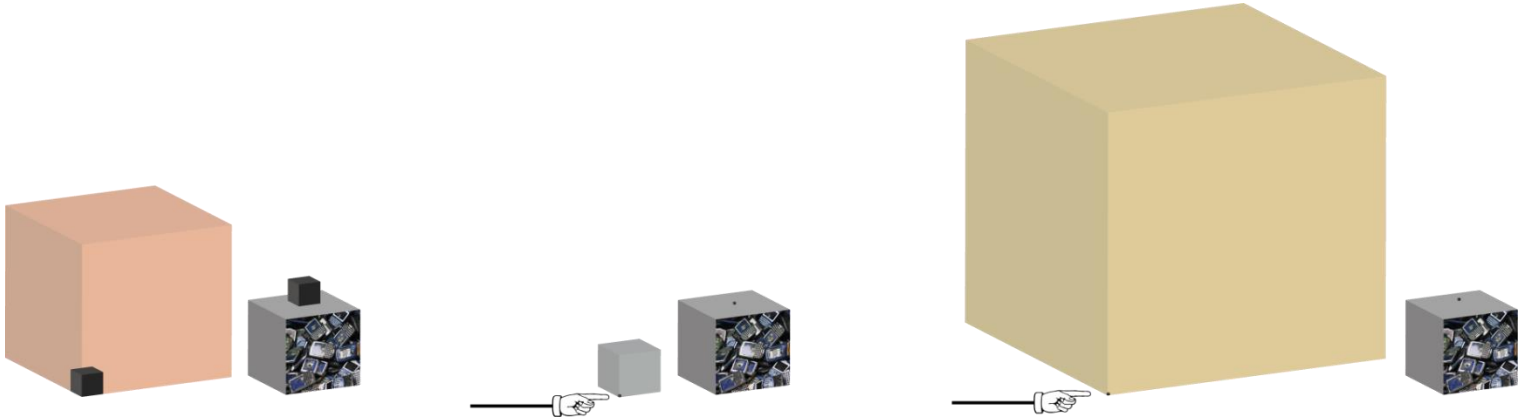
Pour la fabrication des smartphones vendus en 2018
Volume de minerais à broyer pour extraire : le Cu, le Ta, l'Or nécessaires



Extraction métaux / pollution

Part du numérique dans la déplétion des ressources

Pour la fabrication des smartphones vendus en 2018
Volume de minerais à broyer pour extraire : le Cu, le Ta, l'Or nécessaires



déchets

Part du numérique dans la pollution

- France : 28,8 kg EEE mis sur le marché en 2018 (en hausse de 12% / 2012)
- Monde : 44,7 Mt DEEE en 2016 (en hausse de 5% par an)
- France : env 50% dans filière de recyclage
- Monde : env 20% dans filière de recyclage

Source https://www.info-afrique.com

déchets

hors filière

- Tiroirs
- Déchets ménagers
- Ferraille
- ….
- Exports (il)légaux

filières de valorisation

Part du numérique dans la pollution

DEEE

51%

collecte ➔ filière règl.

39%

valorisation énergétique

4%

reconditionnement / réutilisation (part./totale)

1%

5%

élimination contrôlée

pas de valorisation

Recyclage Matière ➔ fractions

taux de recyclage ?

matière recyclée

Dans le meilleur des ca
20 métaux

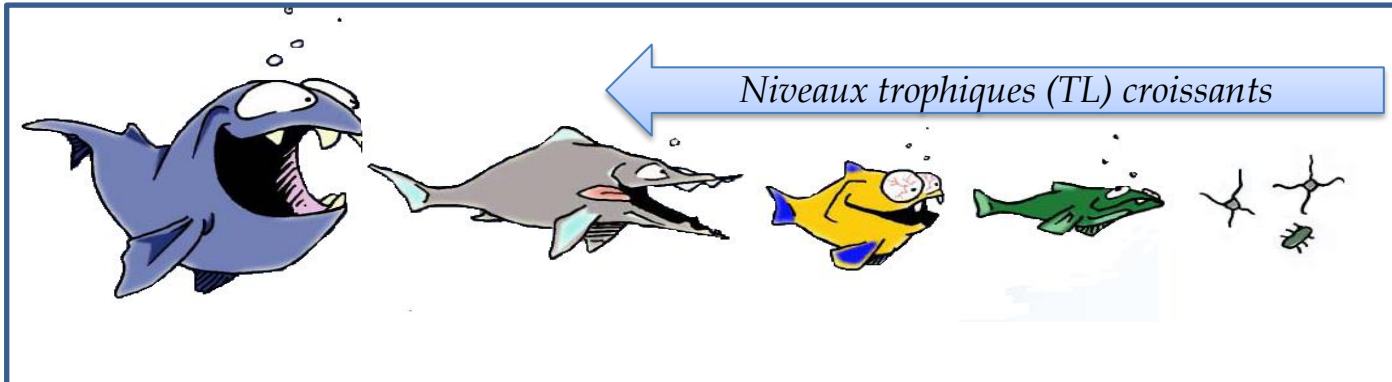
umicore
materials for a better life

source : registre DEEE, Ademe, 2016

Pollution

Part du numérique dans la pollution

- 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.

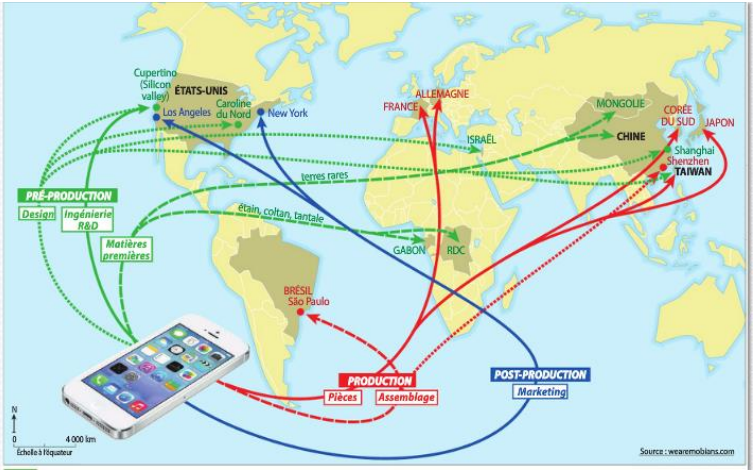


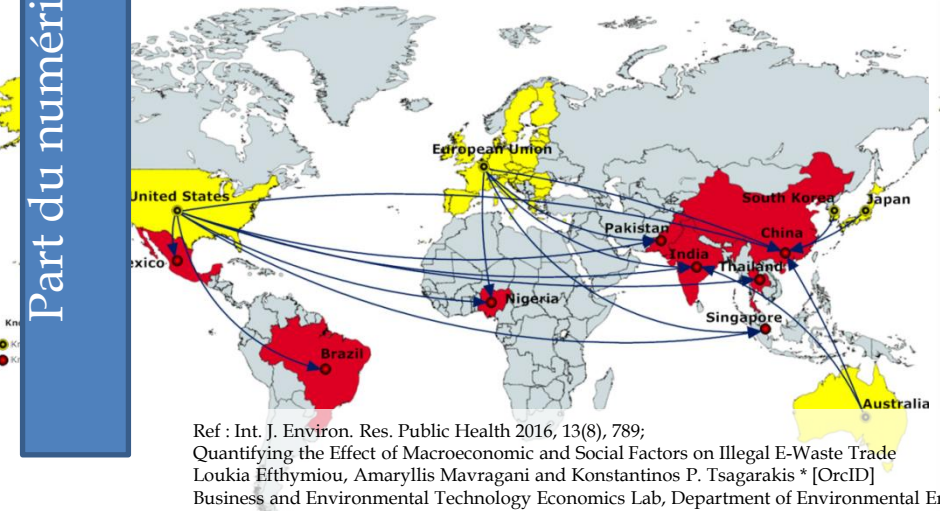
Chaine trophique hypothétique (simplifiée)

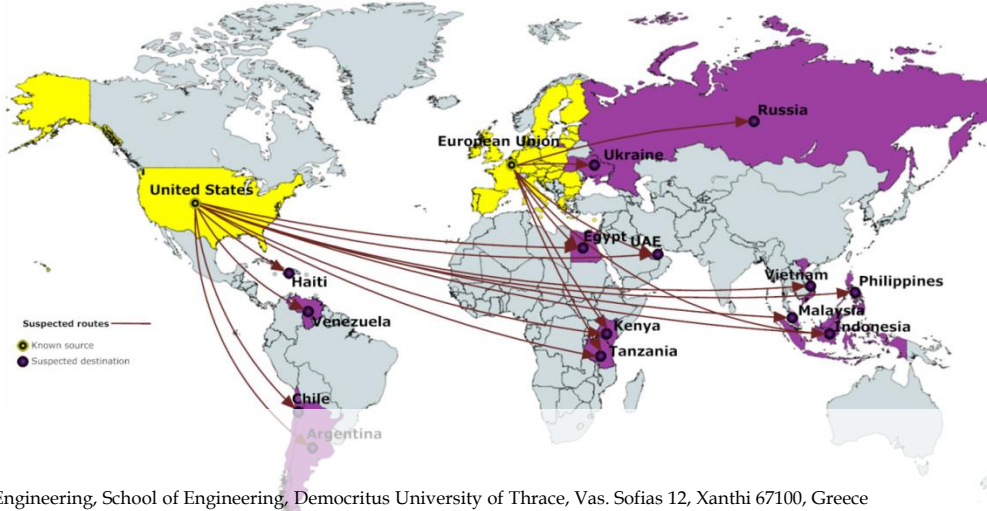
Repris de ANF micropolluants (Evian-les-Bains, 6 juin 2016) : Devenir de contaminants organiques persistants dans l'environnement: sources, distribution, bioaccumulation (M. Babut, Irstea)

Part du numérique dans la pollution

Le numérique : une industrie hautement dépendante des transports et de la logistique mondiale







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

Autres problématiques

Part du numérique dans problèmes de santé & sociaux

- Accès à l'eau
- Pollution des eaux
- Dégradation des sols
- Conflits armés
- Problèmes de santé (toxicité, myopie, TMS, addiction, développement enfants, etc.)

En conclusion intermédiaire

Part du numérique : conclusion

- Phase de production (% et sensibilité transports)
- Forte croissance
- Pb Métaux sérieux mais pas critique aujourd'hui
- Pollution, santé, biodiversité

Les espoirs ?

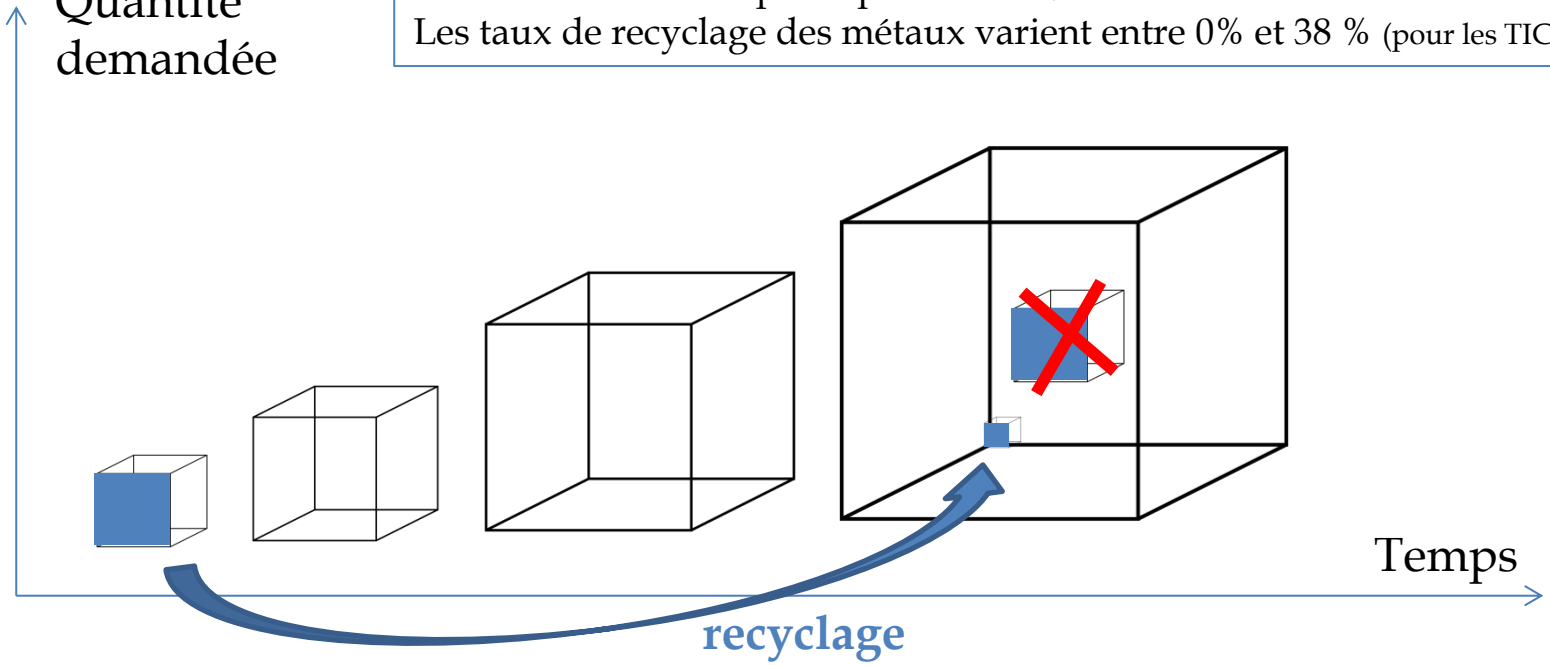
Les espoirs

Économie circulaire ?

Les espoirs ?

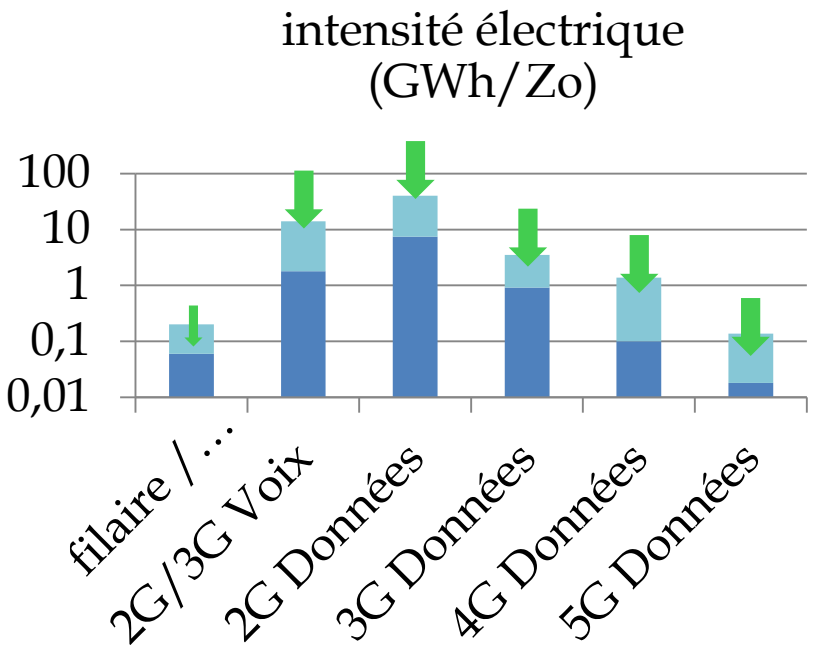
La croissance de la demande en métaux en exponentielle depuis 1950
- Aluminium : 5%
- Cuivre : 3%
- Métaux rares et spécifiques : 6 à 12%

Les taux de recyclage des métaux varient entre 0% et 38 % (pour les TICs)

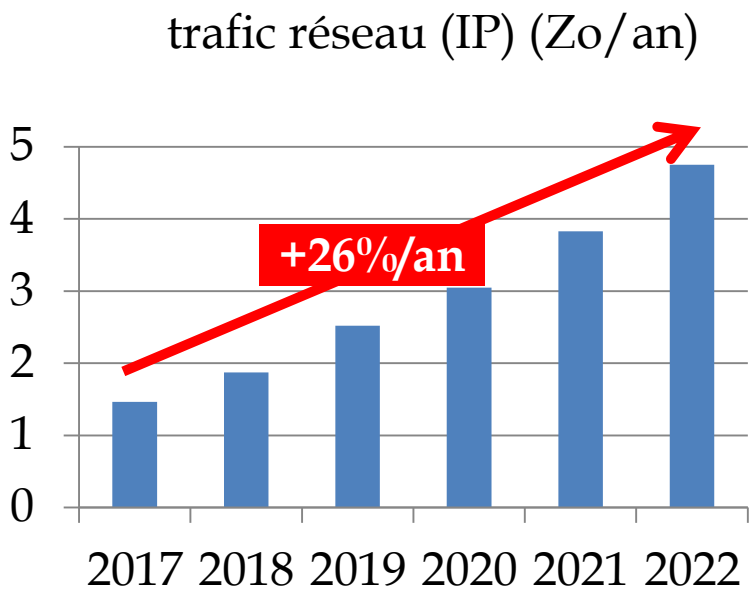


Effet rebond TIC

Les espoirs ?



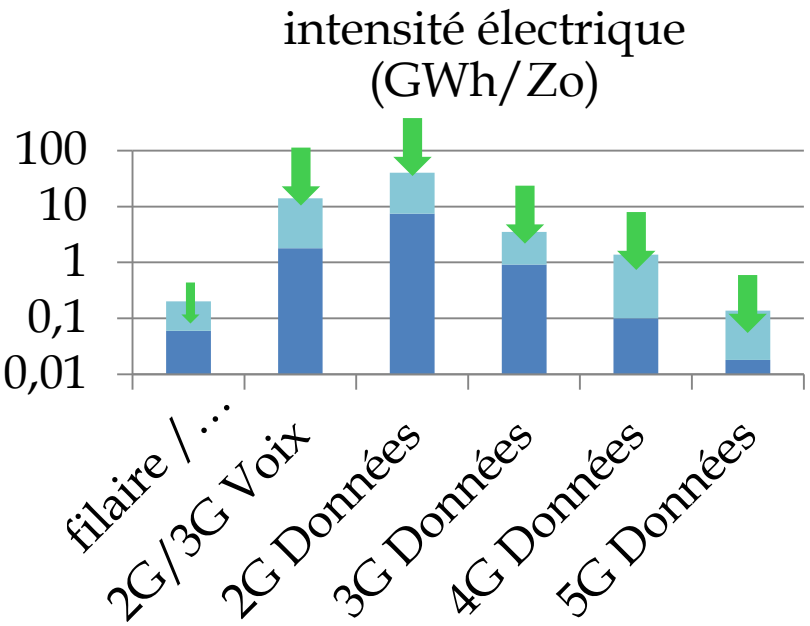
sources: calculé à partir de Andrae 2015 et IAE 2017 Digitalization&Energy
D'après : Jacques Combaz, 2019

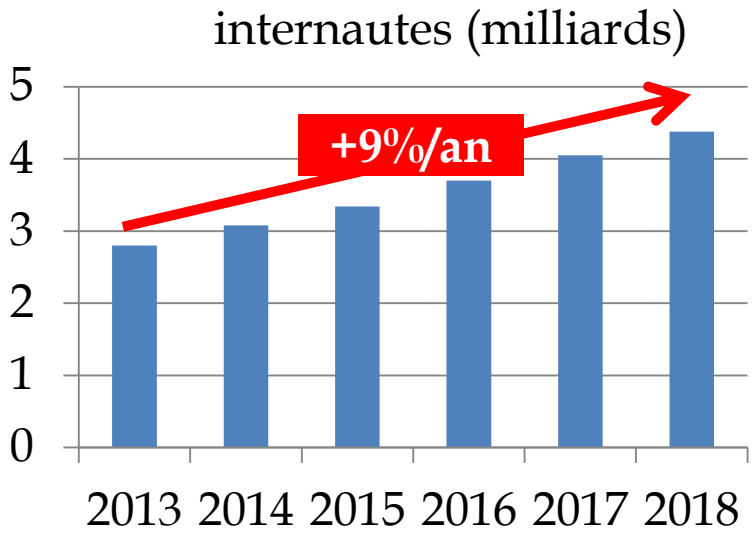


sources: Cisco 2019

Effet rebond TIC

Les espoirs ?

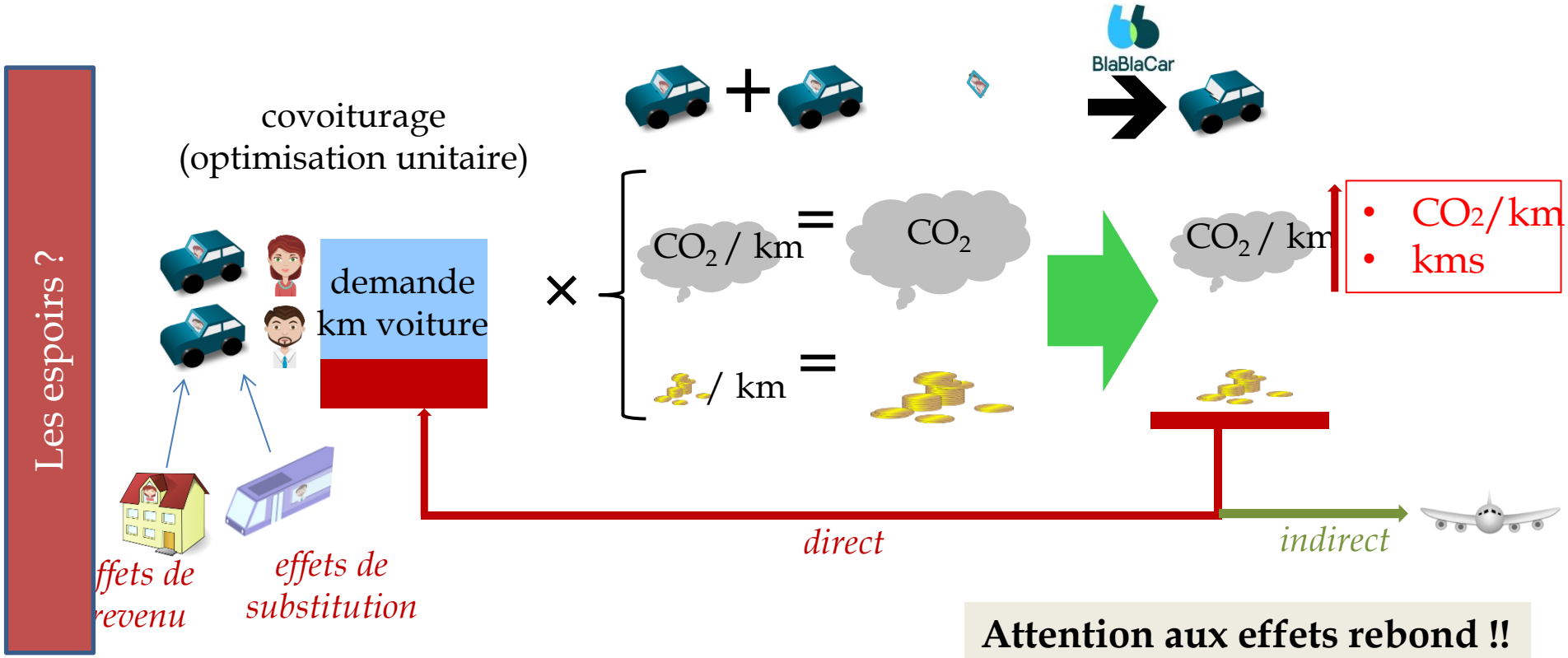




sources: Internet World Stats

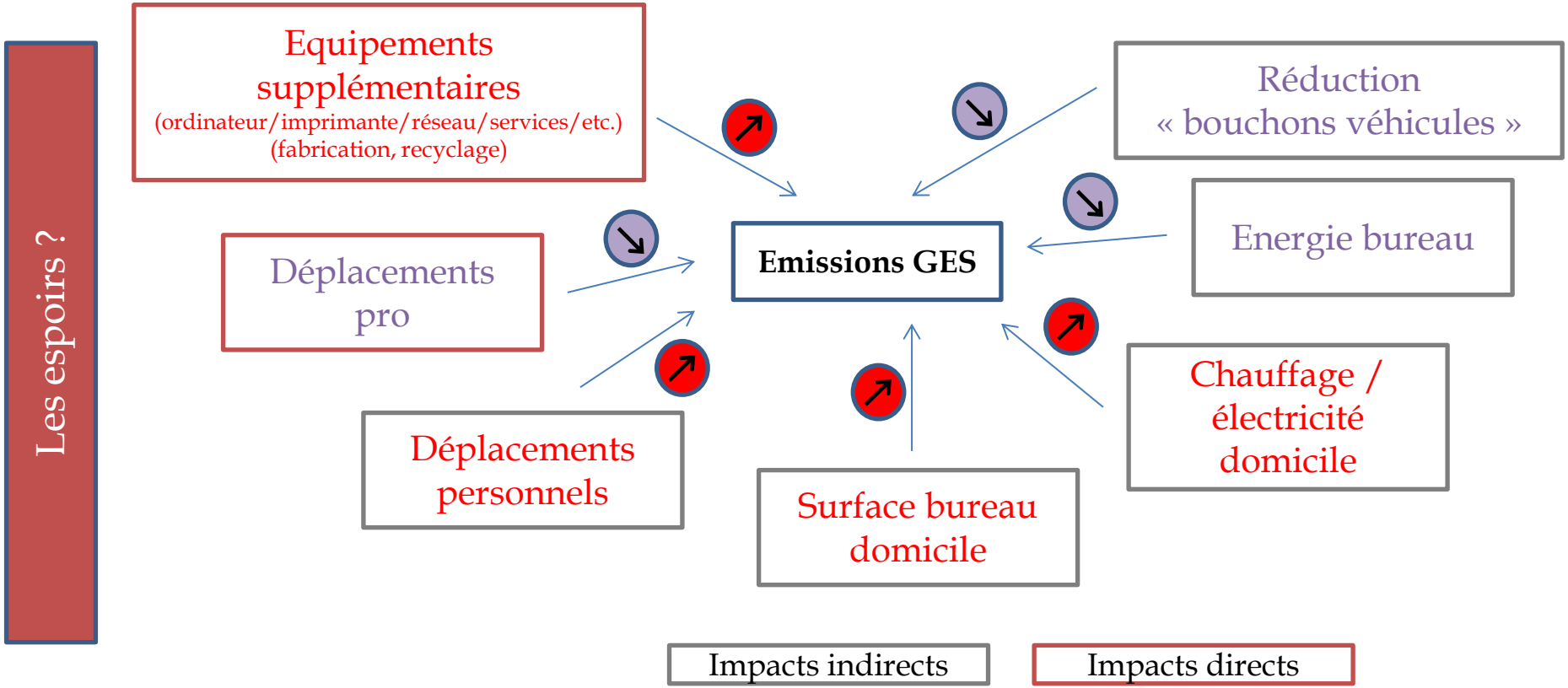
sources: calculé à partir de Andrae 2015 et IAE 2017 Digitalization&Energy
D'après : Jacques Combaz, 2019

Utiliser TIC pour optimiser ailleurs



Attention aux effets rebond !!

Utiliser TIC pour optimiser ailleurs



Utiliser TIC pour optimiser ailleurs

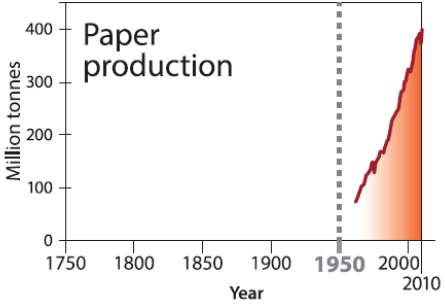
Les espoirs ?

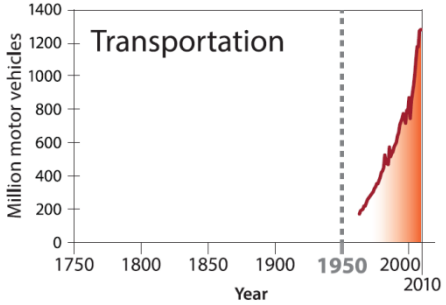
Quels gains pour quels impacts ?

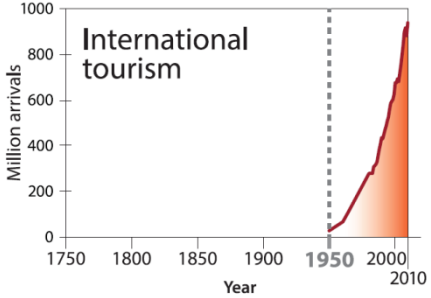
Transfert de pollution ?

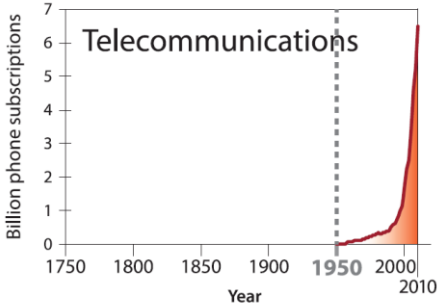
- GES émis par les pays importateurs de TIC
- Déplétion des métaux versus GES
- Eco-toxicité, toxicité terrestre versus GES

Les espoirs ?







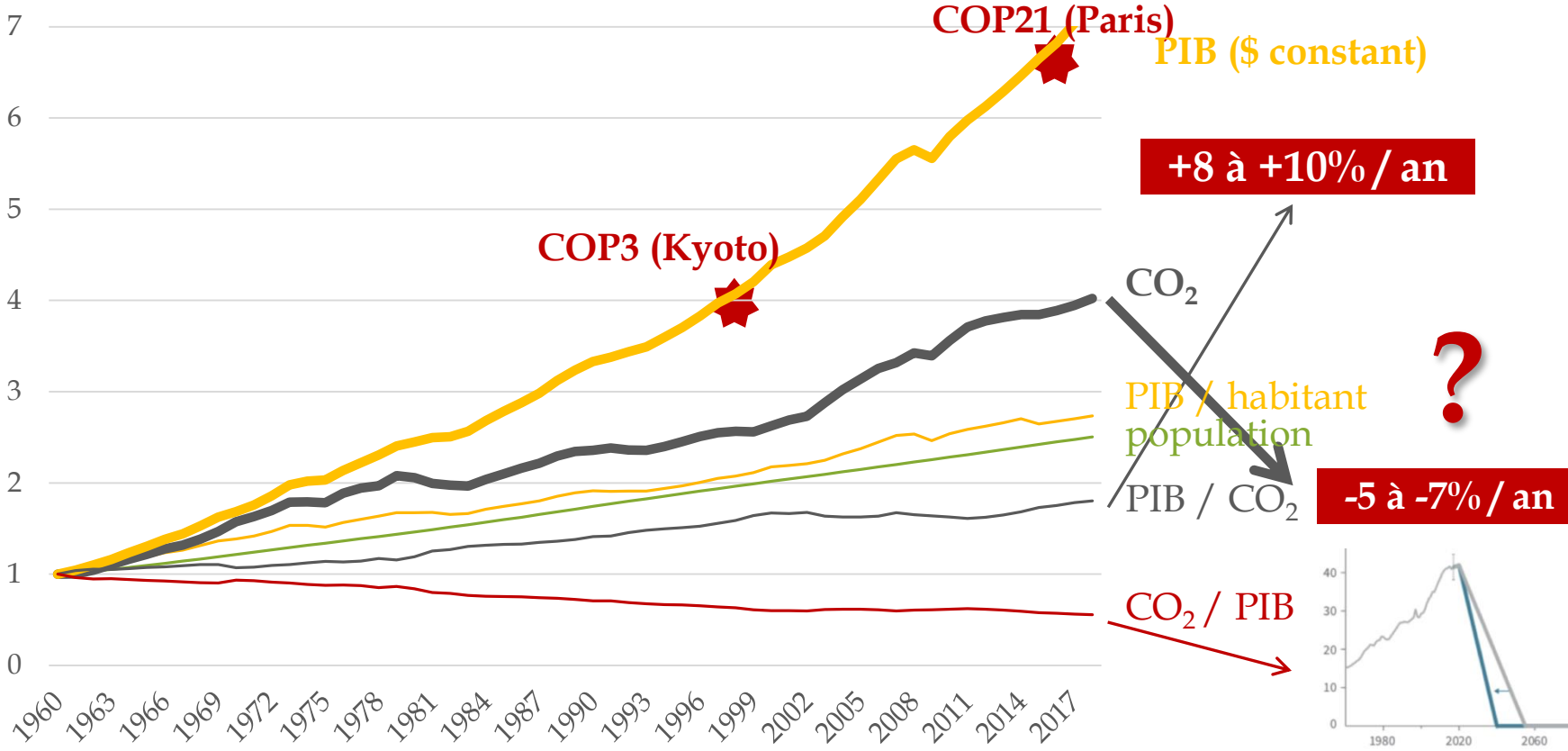


Source : **The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration, 2015 Will Steffen & al**

Pas d'effet d'atténuation visible sur ces secteurs !

Découplage ?

Les espoirs ?



source: World Bank

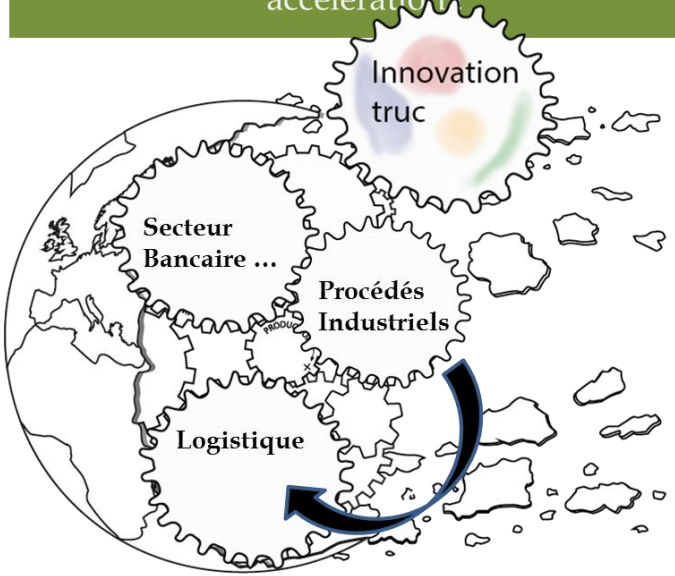
Les résistances au changement

Les freins

Les freins à un numérique utile à l'environnement (et à l'homme)

Les freins

numérique : un accélérateur de la grande accélération ?



1 – Ajoute
- De la dépendance
- De la complexité

2 – Accélère
- Les flux (de marchandises, de personnes, financiers)
- Les procédés de production
- L'obsolescence directe et indirecte
- Les transformations sociales
- Les rythmes individuels

Sur le plan collectif (organisationnel)

Les freins

Economie de la captation de l'attention

- utilise mécanisme individuel de la récompense (via applis)
- sature notre cerveau (le temps, c'est de l'argent) (via publicités)

➔ Moins de temps/espace pour penser autrement

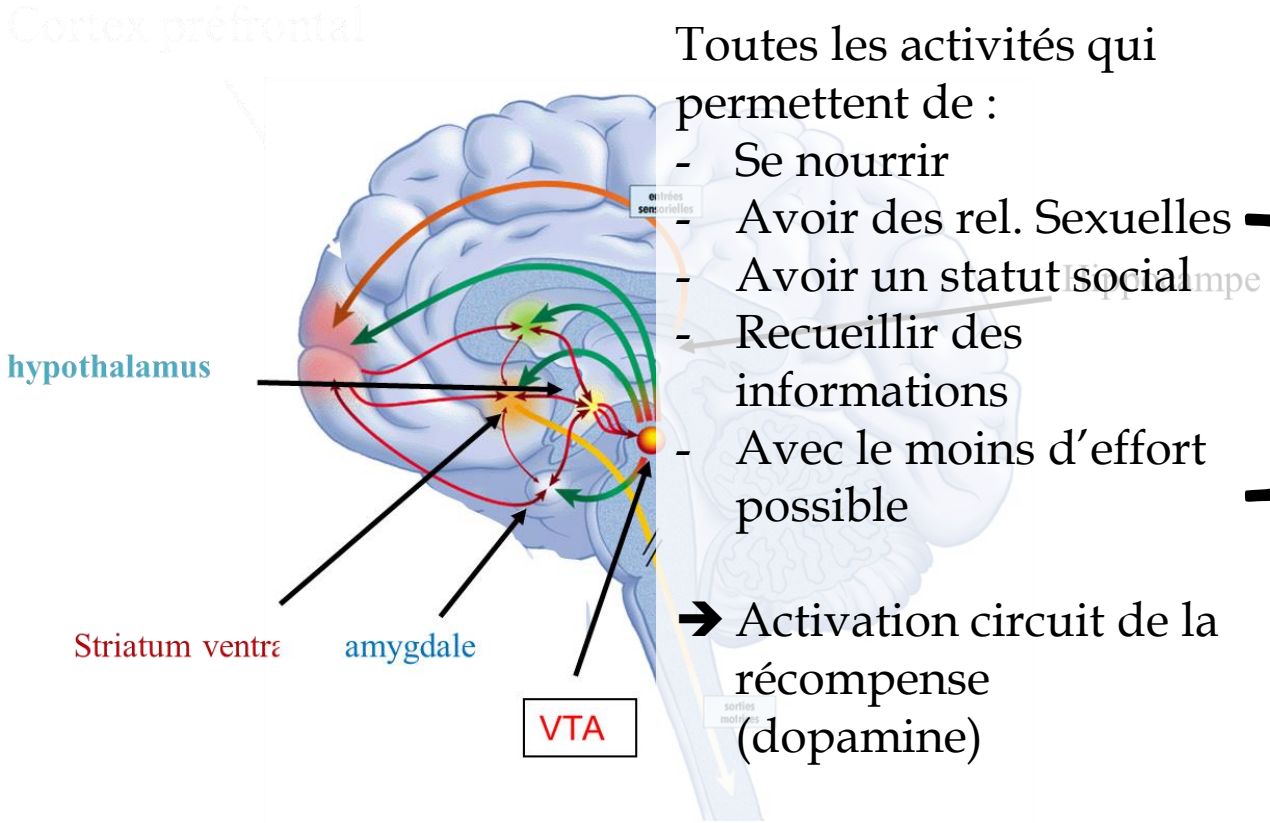
Complexification du système

- Moins de visibilité (algorithmes)
- Dilution des responsabilités
- Paralysant

➔ Moins de degrés de liberté pour changer

➔ Retard dans notre capacité à réagir

Les freins



Toutes les activités qui permettent de :

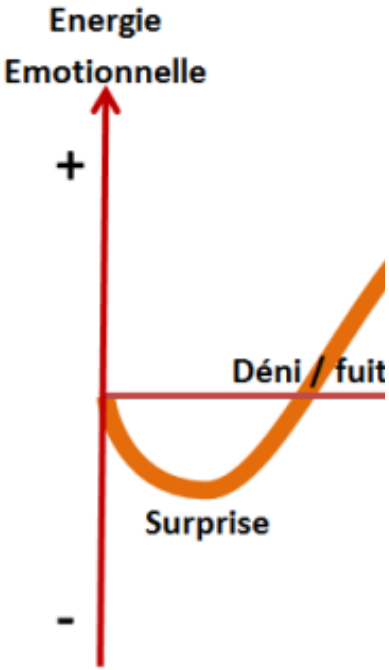
- Se nourrir
- Avoir des rel. Sexuelles
- Avoir un statut social
- Recueillir des informations
- Avec le moins d'effort possible

Facilitées par l'usage d'internet

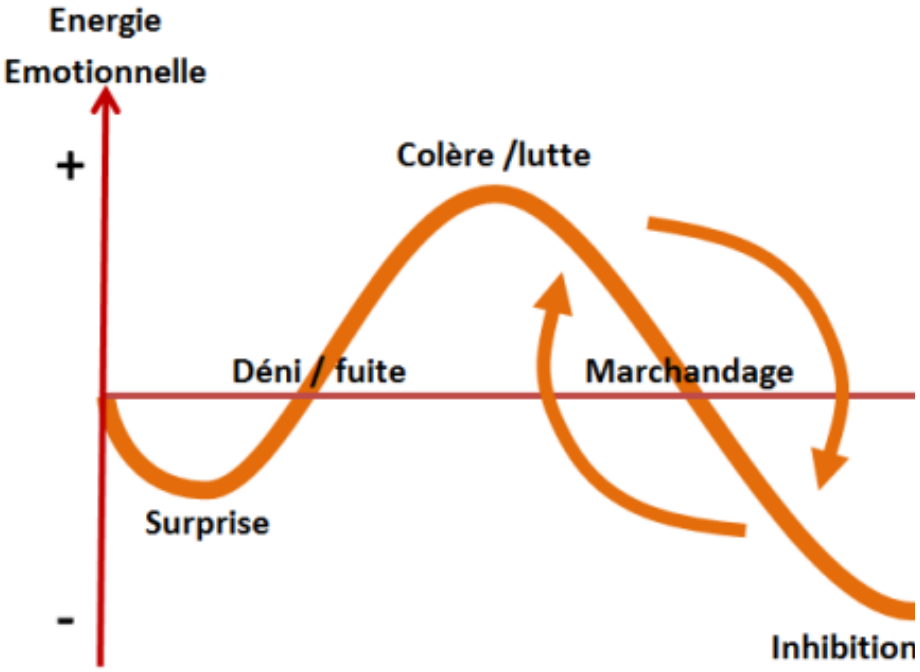
➔ Activation circuit de la récompense (dopamine)

➔ Activation envie et désir (toujours plus)

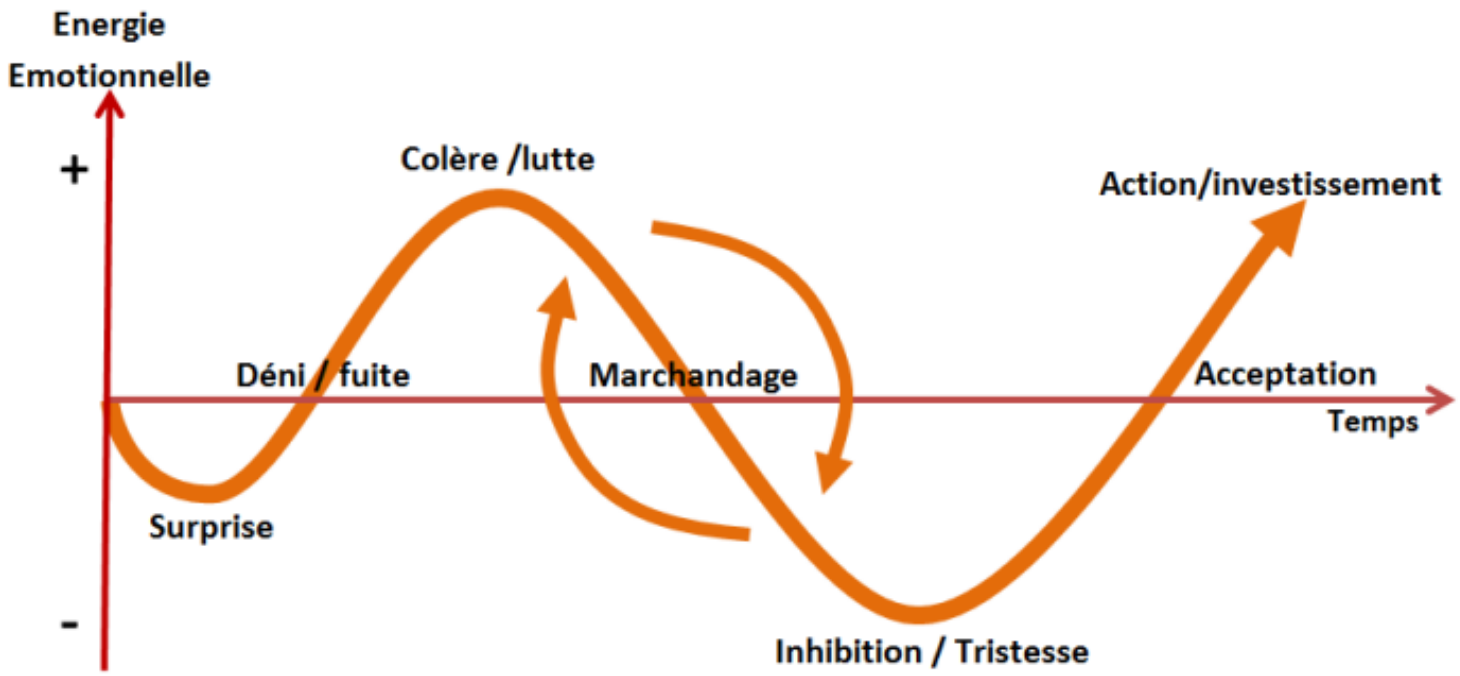
Les freins

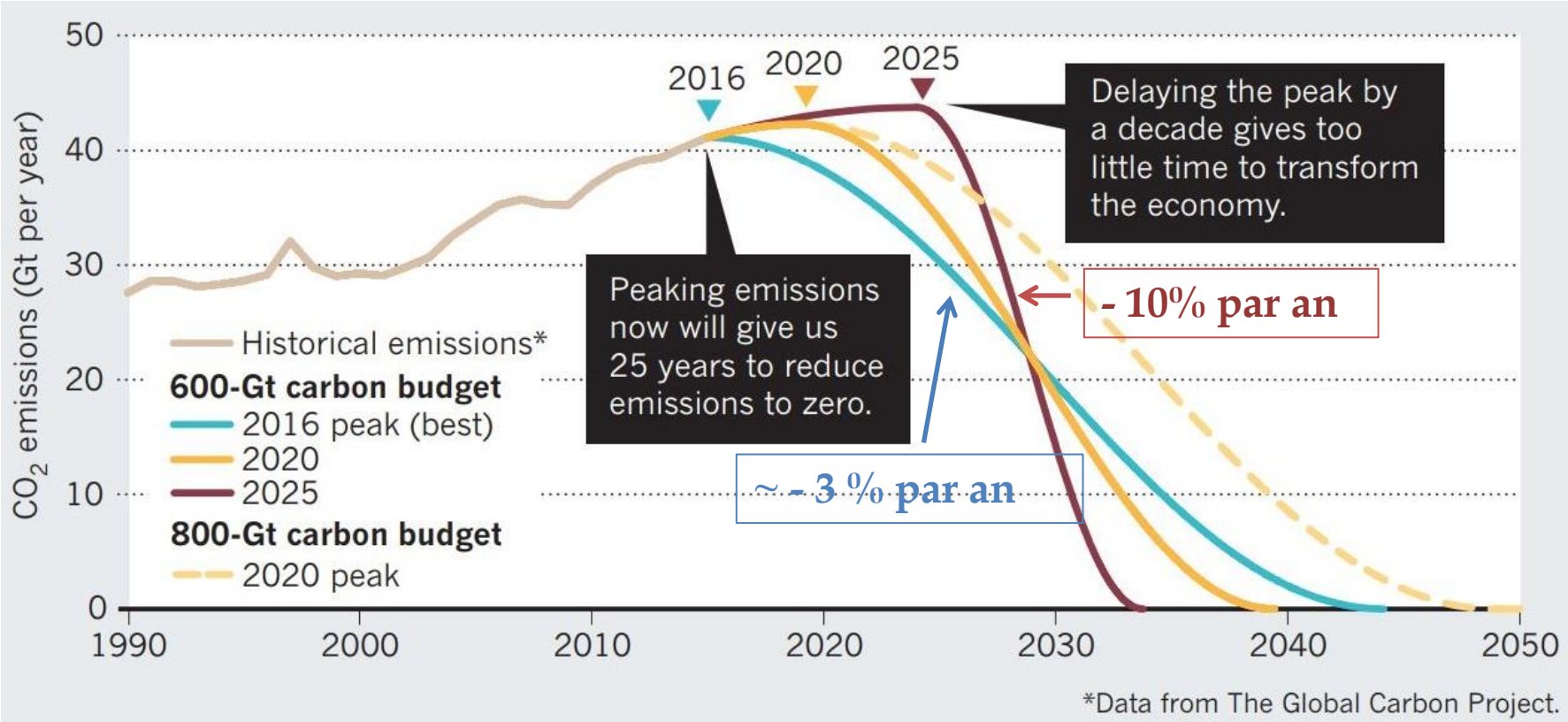


Les freins


Energie
Emotionnelle
+
-
Colère /lutte
Déni / fuite
Marchandage
Surprise
Inhibition

Les freins

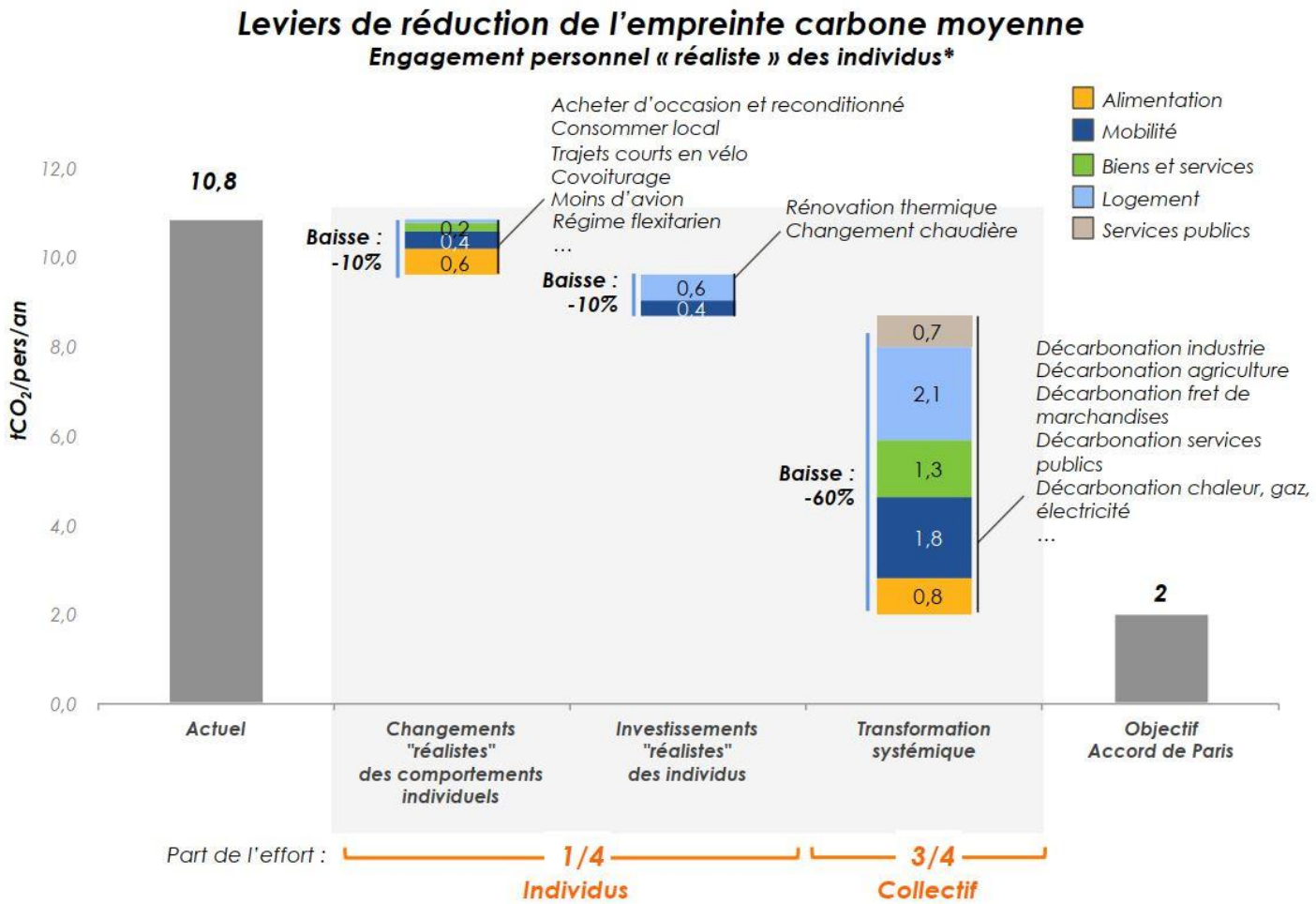

Energie
Emotionnelle
+
-
Colère /lutte
Action/investissement
Déni / fuite
Marchandage
Acceptation
Temps
Surprise
Inhibition / Tristesse



Source : “Three years to safeguard our climate”, Christiana Figueres & all, nature, 2017

Parce que :

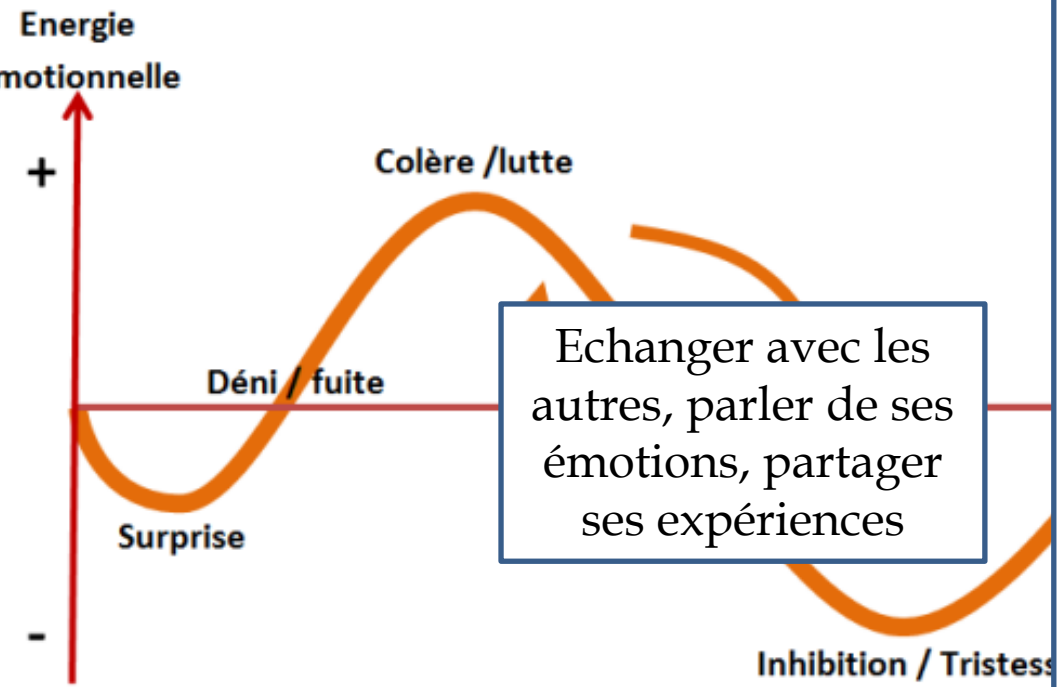
- Nous sommes nombreux
- Conscients (ou en capacité de le devenir)
- Capables de surmonter nos pulsions primaires (ou en capacité de le devenir)
- Nous avons des connaissances
- Nous commençons à expérimenter l’extinction des espèces, le réchauffement climatique



Source : « FAIRE SA PART ? POUVOIR ET RESPONSABILITÉ DES INDIVIDUS, DES ENTREPRISES ET DE L'ÉTAT FACE À L'URGENCE CLIMATIQUE », Cesar Dugast et Alexia Soyeux, Carbone4, 2019

Dégager du temps
S'informer,
Élargir sa vision du monde

RALENTIR, réduire les impacts, préparer l'adaptation



Echanger avec les autres, parler de ses émotions, partager ses expériences

Agir : il y en a pour tout le monde !

Réformer votre enseignement
Changer de thématique de recherche
Elargir votre champ de recherche aux autres impacts, aux autres phases du cycle de vie
Développer une vision systémique
Prendre résolument moins l'avion
Manger moins de viande/poisson
Participer aux comités scientifiques des territoires
Faire de la politique
Impulser des changements dans votre organisation
Échanger / co-construire avec la société civile
Préparer un internet / des applications résilientes (aux ruptures d'approvisionnement) pour les besoins essentiels …

En conclusions

Ne pas décider d'agir aujourd'hui,

C'est décider le statut quo

C'est donc participer à une forme de suicide collectif

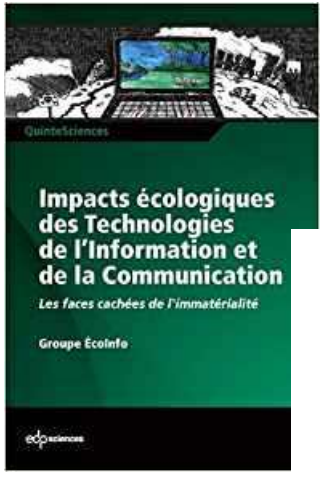
Dans un monde dégradé à +3 ou 4°C, quel niveau de résilience peut-on accorder au numérique d'aujourd'hui ?

Comment l'IA, les blockchains, l'IOT, etc. peuvent-ils préparer un avenir vivable ?

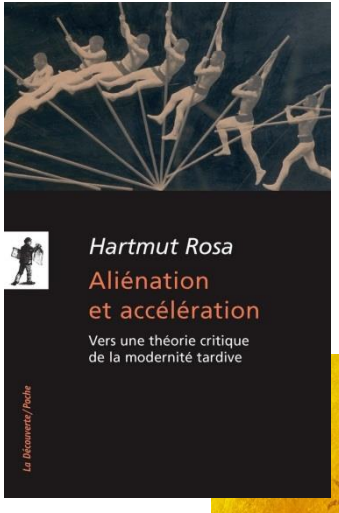
Ces enfants auront la trentaine en 2050

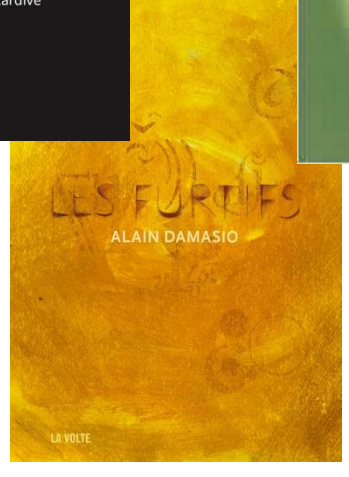
Comment on leur donne une chance d'avoir une « vie digne » sur terre ?

Ouvrages

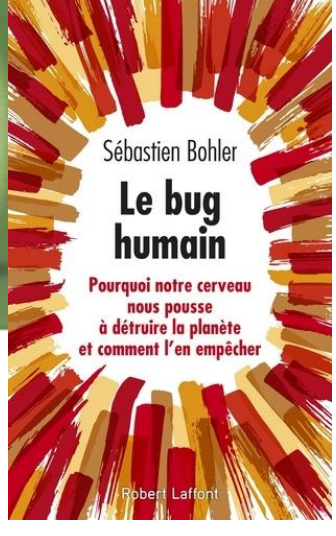

QuinteSciences
Impacts écologiques des Technologies de l'Information et de la Communication
Les faces cachées de l'immatérialité
Groupe EcoInfo
edp sciences

Bruno Patino
La civilisation du poisson rouge
Petit traité sur le marché de l'attention
Grasset


Hartmut Rosa
Aliénation et accélération
Vers une théorie critique de la modernité tardive
La Découverte / Poche


LES FURTIFS
ALAIN DAMASIO
LA VOLTE

Michael Ende
MOMO


Sébastien Bohler
Le bug humain
Pourquoi notre cerveau nous pousse à détruire la planète et comment l'en empêcher
Robert Laffont

Backup

Contribution des TIC aux émissions de gaz à effet de serre (GES)

>

TIC

2017

3-4% des GES mondiaux

+8%/an

aviation civile

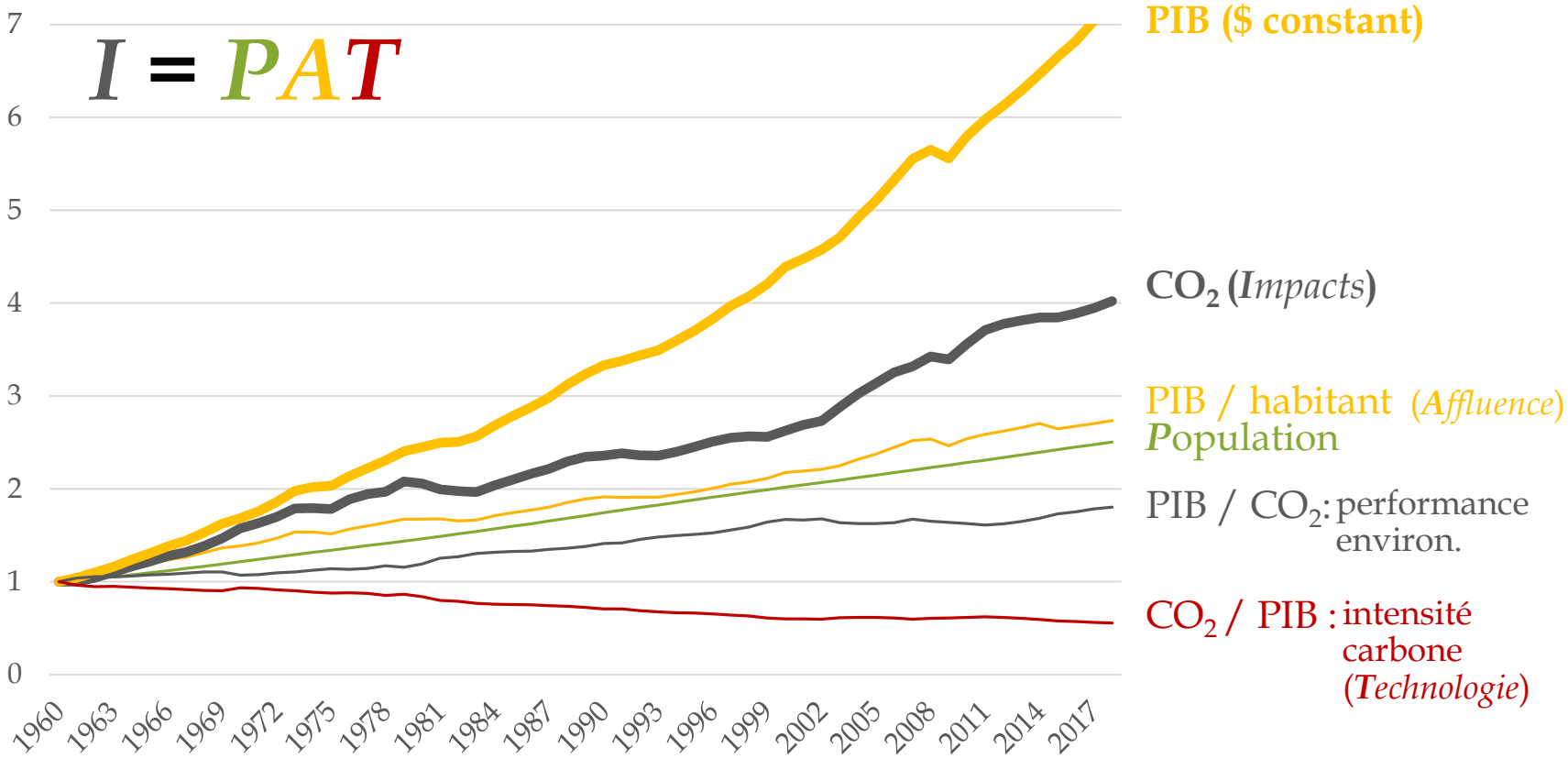
2017

2% des GES mondiaux

+5%/an

source : leanICT, shift proje

Découplage ?



source: World Bank