Numérique : quels enjeux écologiques et quels leviers ?

Françoise BERTHOUD

INRA Amphi 147

11 septembre 2019

EcoInfo Groupement de service

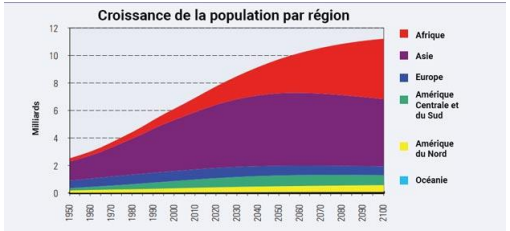
www.ecoinfo.cnrs.fr

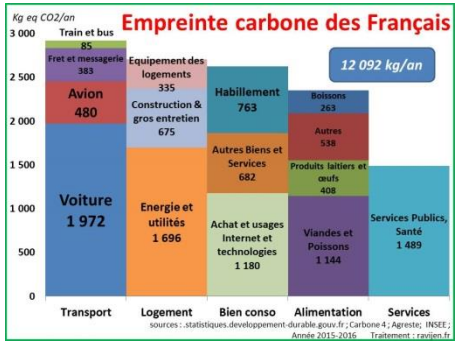
Inria

cnrs dépasser les frontières

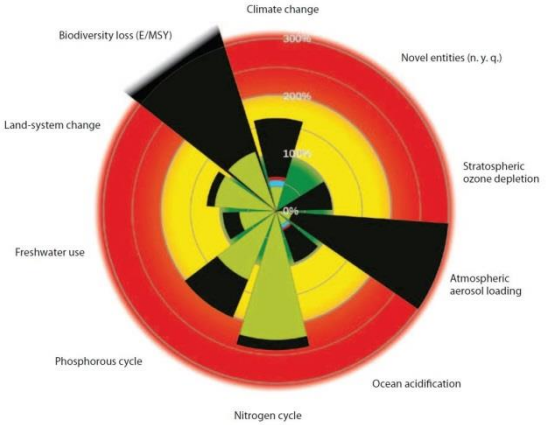
Université Grenoble Alpes

GRICAD





Source : http://ravijen.fr/?p=440



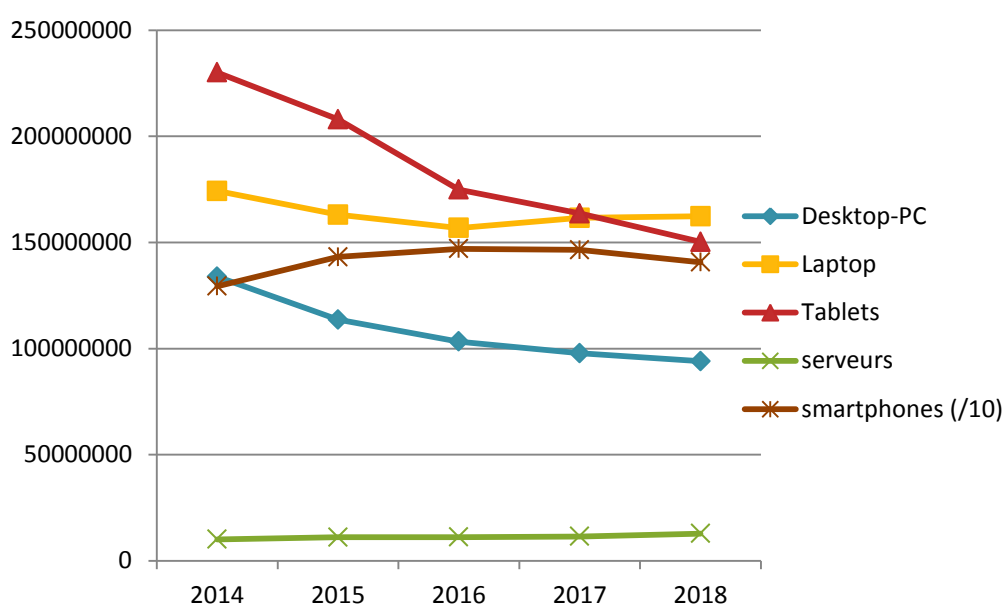
Pression = Population x Activités → **Impacts** → **Limites**

Pression = Activités x Population → **Impacts** → **Limites**

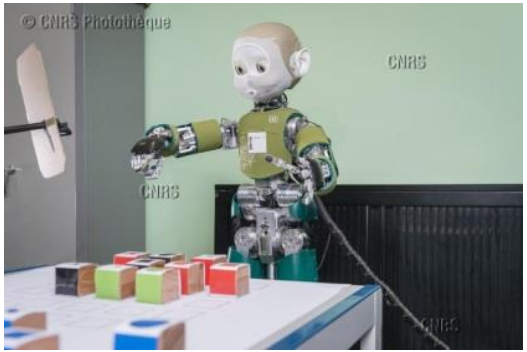
→ ? → **Impacts**

- 1er ordre (impacts directs)
- 2ème ordre (substitution optimisation)
- 3ème ordre (changement sociétés)

Numérique : quoi, combien et quelles tendances?



Source : statista



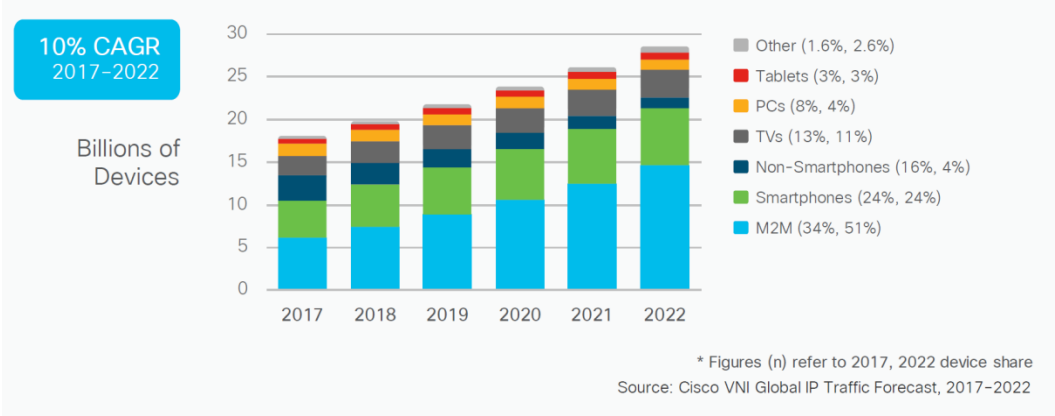
© Cyril FRESILLON / GIPSA-lab / CNRS Photothèque

SUV Range Rover (équipé par l'entreprise Valeo), c'est

- quatre ou cinq caméras,
- huit lidars,
- plusieurs radars longue portée,
- un ordinateur central de grande puissance,
- une caméra trifocale sur le pare-brise et d'autres capteurs

et, pour huit heures de conduite, environ 40 téraoctets de données

+ Batteries
+ Datacentres
+ Réseau
+ Data

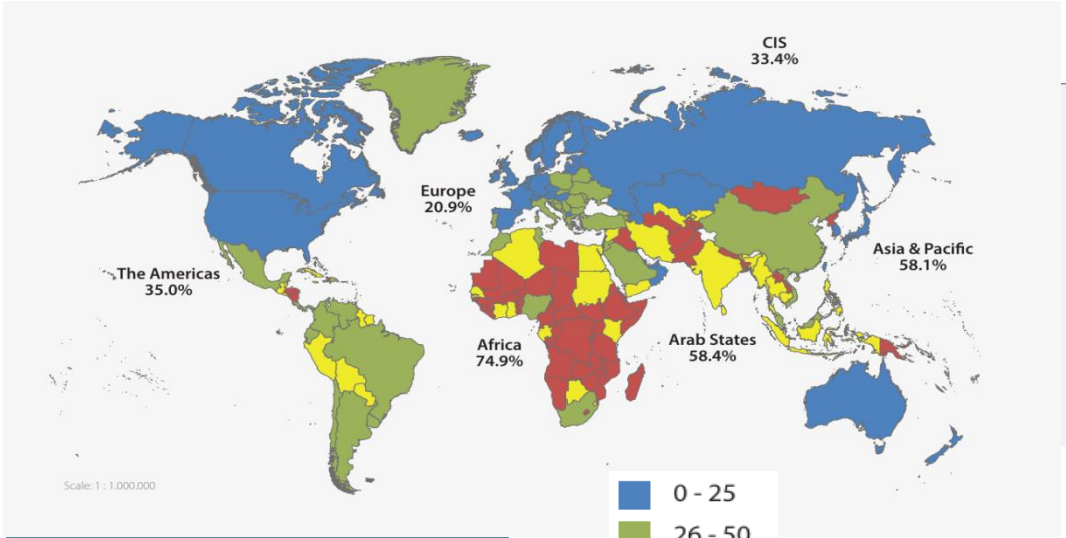


+ les couches logicielles (protocoles / algorithme / systèmes / couches applicatives / urbanisation)

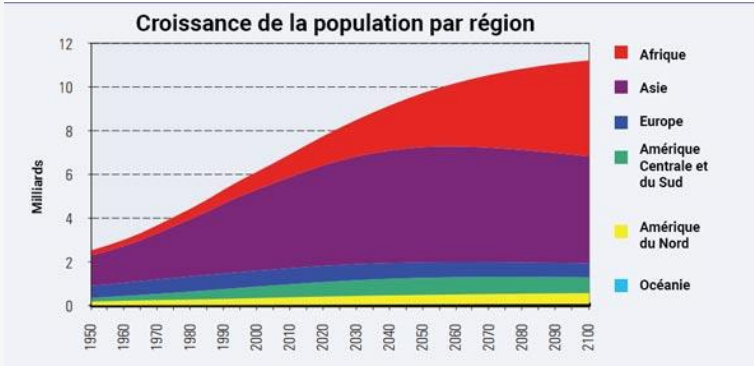
Pression = Activités x **Population** → **Impacts** → **Limites**

→ **Impacts**

- 1er ordre (impacts directs)
- 2ème ordre (substitution optimisation)
- 3ème ordre (changement sociétés)



Ils n'avaient pas accès à internet en 2016 (en %) – Source ITU



1er ordre : comprendre

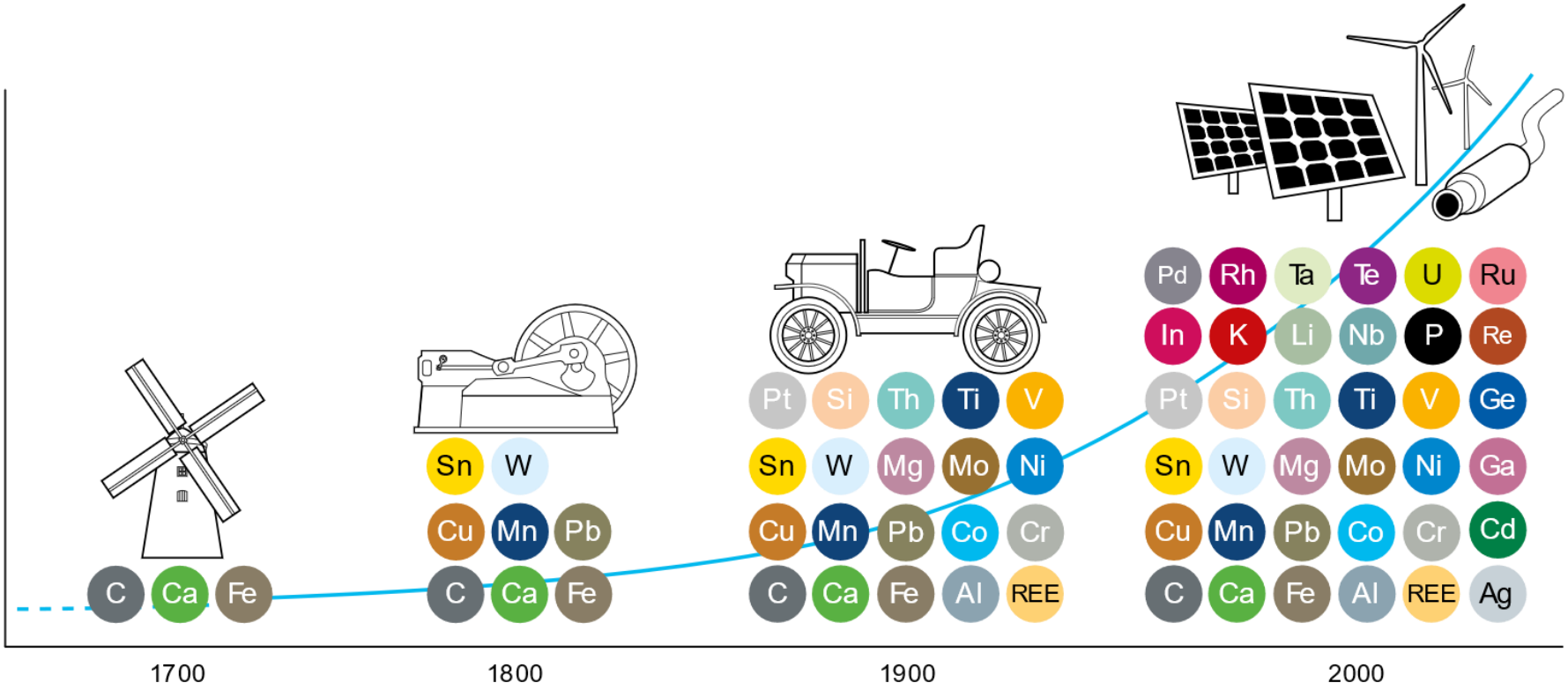
Pression = Activités x Population → **Impacts** → **Limites**

→ ? **Impacts**

- **1er ordre (impacts directs)**
- 2ème ordre (substitution optimisation)
- 3ème ordre (sobriété matérielle, résilience)

1er ordre : comprendre

Diversité et quantités de métaux



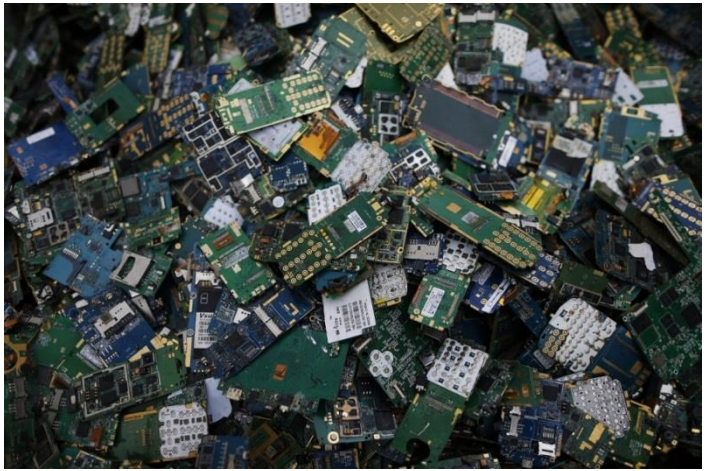
Source: V. Zepf, 2014

1er ordre : comprendre

DEEE monde (2016) : 122 000 t par jour (+ 8 % par rapport à 2014) !

Trois secteurs sont en croissance forte (en poids)

- **les petits appareils électriques** et le gros électroménager (+ 4 % par an),
- les appareils de climatisation (+ 6 % par an),
- **les appareils de communication (2 %)** et les lampes (1 %)



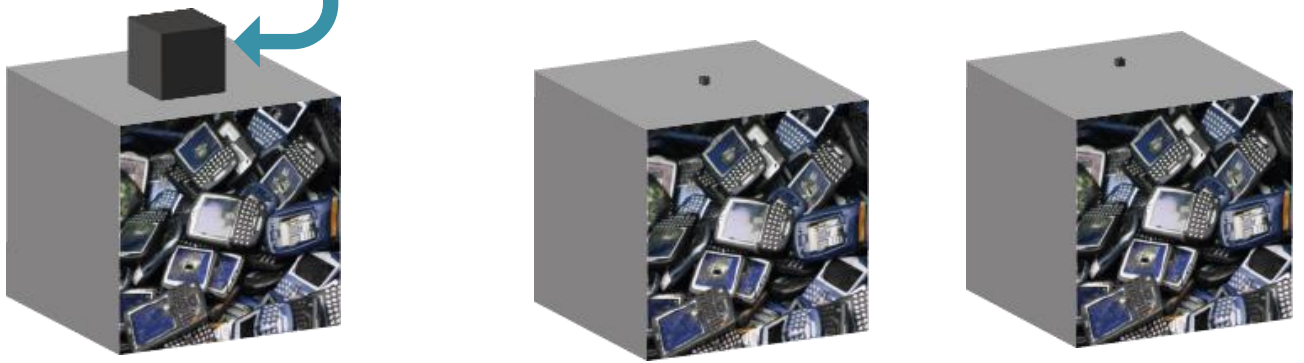
Exemple : Métaux issus des smartphones vendus en 2018 (cas du Cu, Ta et Or)

1,5 milliards de smartphones vendus en 2018 =

Cube de 52 m de coté environ de déchets potentiels

contenant environ 50 métaux différents dont environ

30000 t de **Cu** 62 t de Tantale 56 t d'Or



1er ordre : comprendre

Recyclage : cas de la France

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

hors filière

filières de valorisation

valorisation énergétique

reconditionnement / réutilisation (part./totale)

DEEE

source : registre DEEE, Ademe, 2016

collecte ➔ filière règl.

4%

1%

39%

5%

taux de recyclage ?

matière recyclée

recyclage matière

élimination contrôlée

pas de valorisation

80% DEEE monde ont des destinations inconnues

Dans le meilleur des cas :
20 métaux

umicore
materials for a better life

Exemple : Métaux issus des smartphones vendus en 2018

Cas du **Cuivre, Or et Tantale**

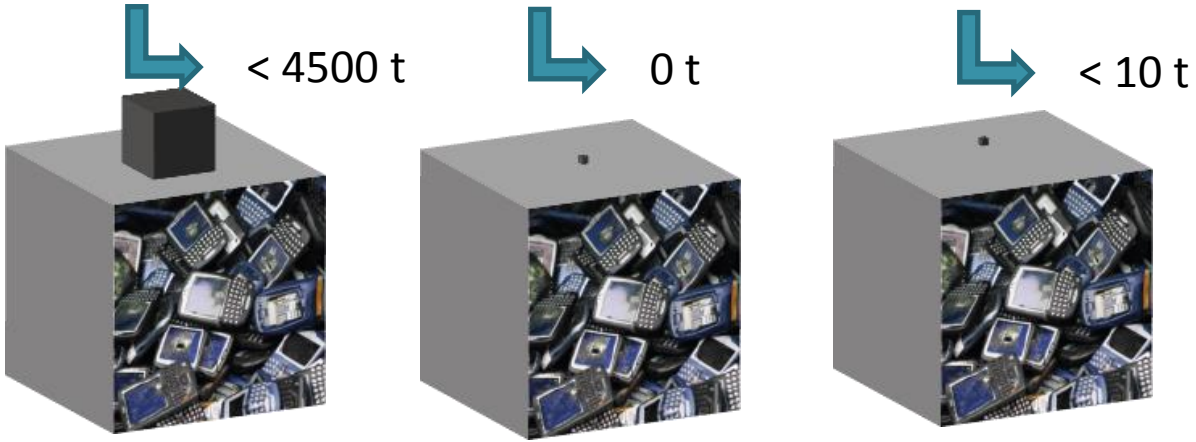
1,5 milliards de smartphones vendus en 2018 =

Cube de 52 m de coté de déchets potentiels, contenant environ 50 métaux différents dont environ

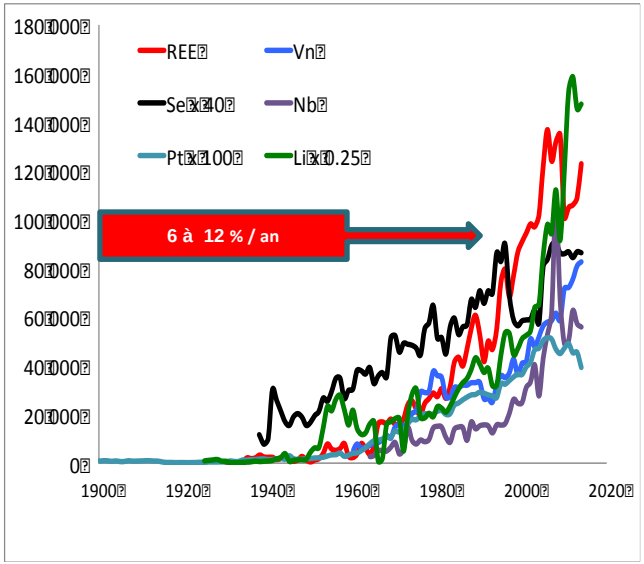
30000 t de Cu → < 4500 t

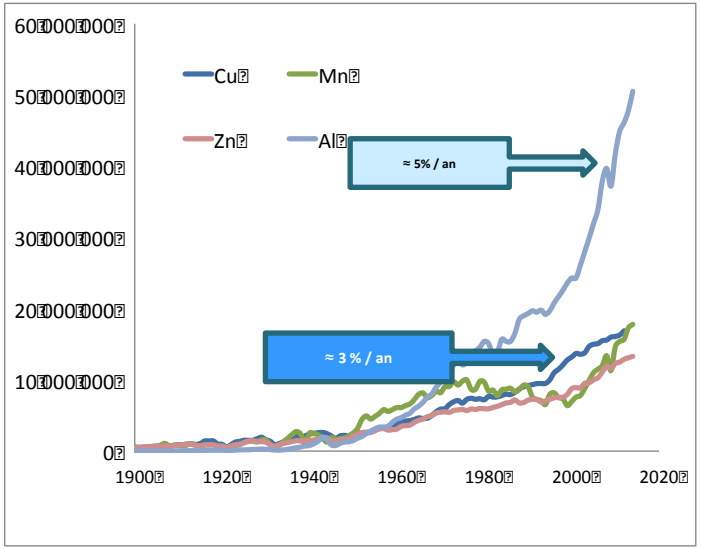
62 t de Ta → 0 t

56 t d'Or → < 10 t



1er ordre : comprendre



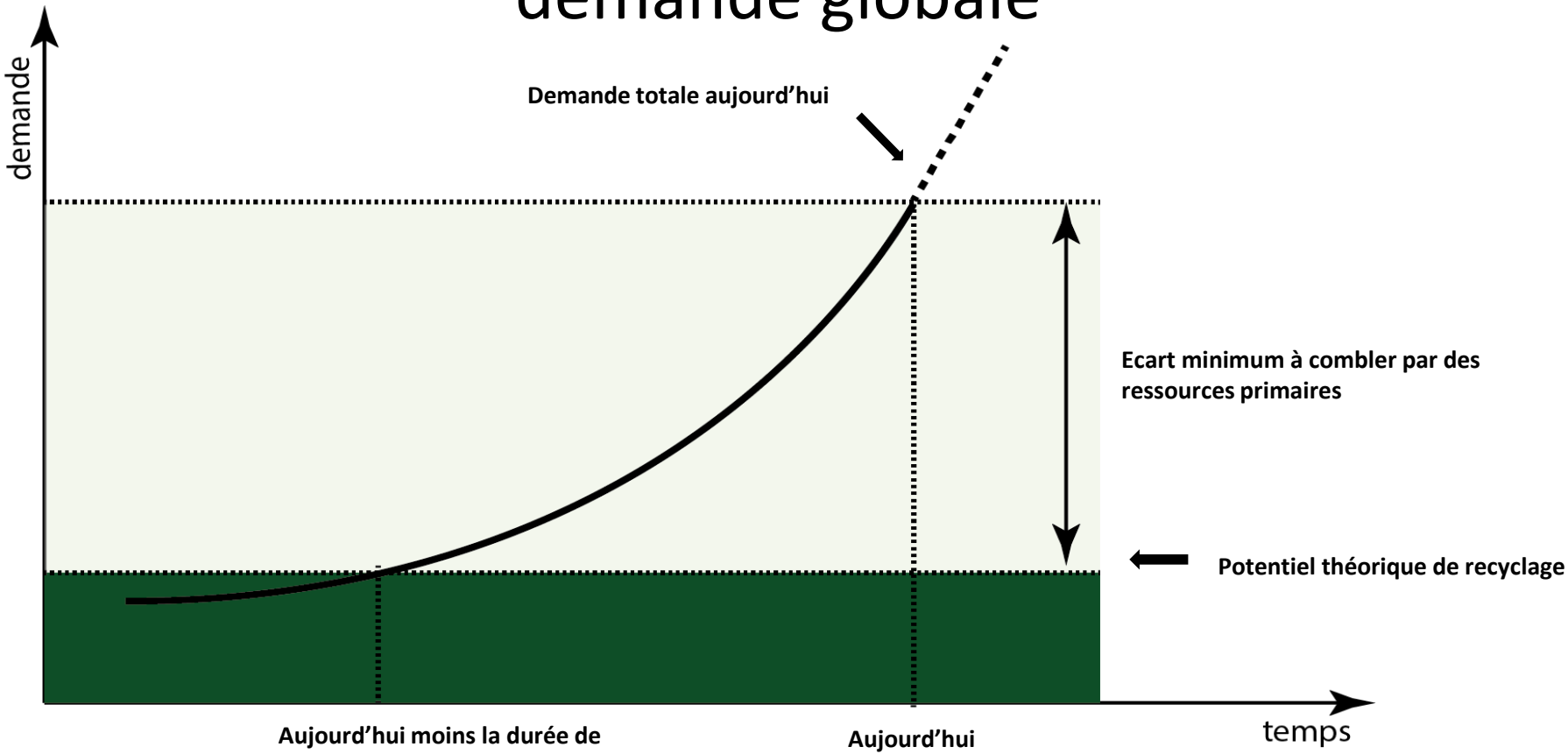


1 – demande en croissance exponentielle

1er ordre : comprendre

Le recyclage, une solution ?

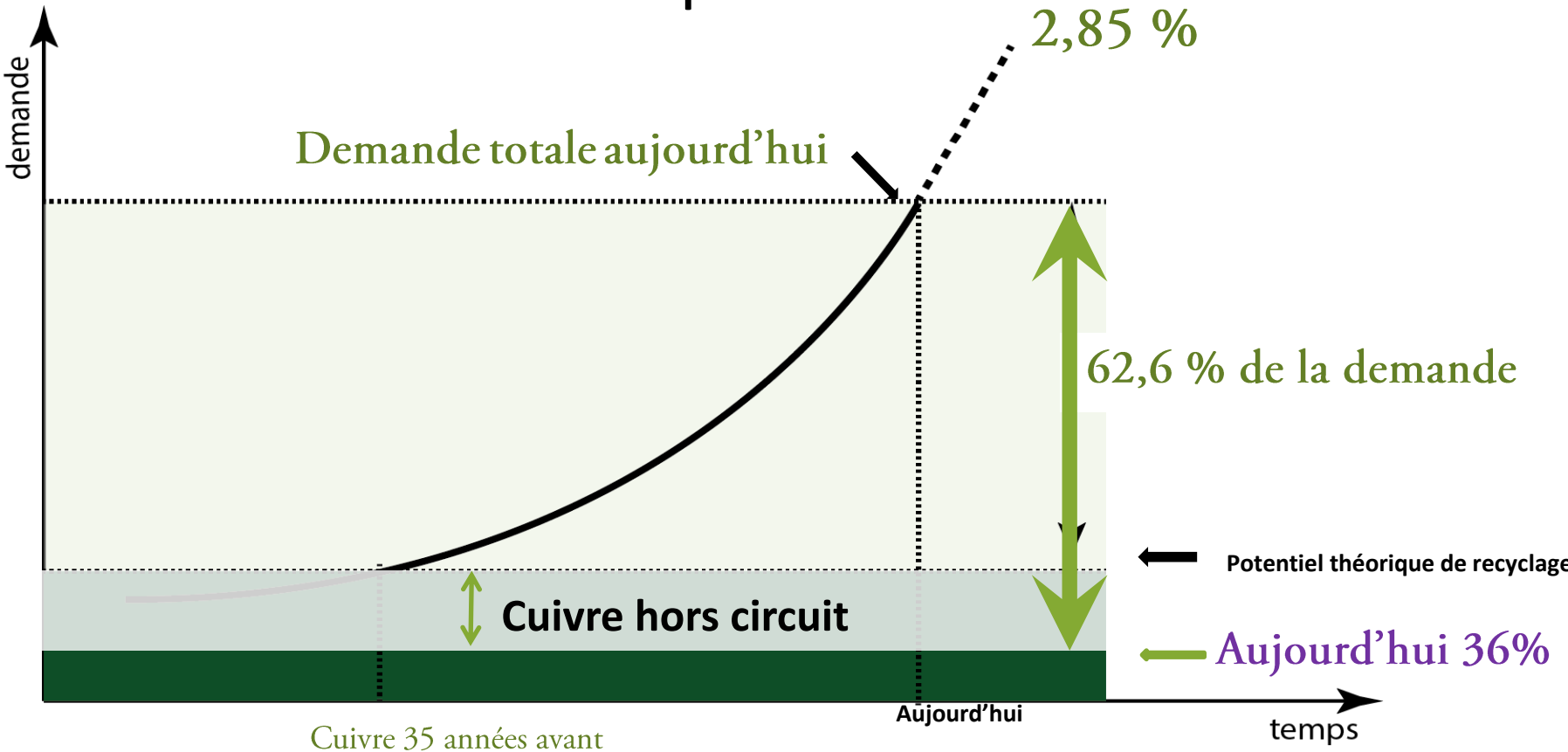
demande globale



1er ordre : comprendre

Le recyclage, une solution ?

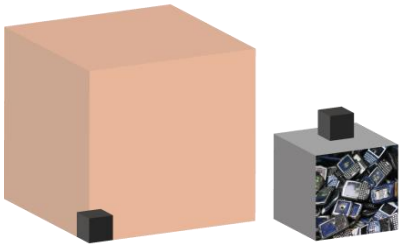
Exemple du cuivre

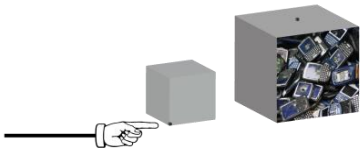


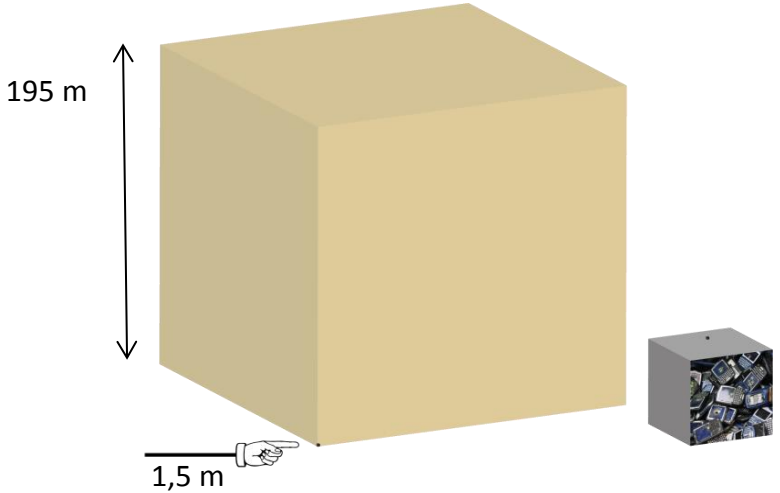
1er ordre : comprendre

1 – demande en croissance exponentielle
2 – le recyclage même si il était parfait ne suffirait pas

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

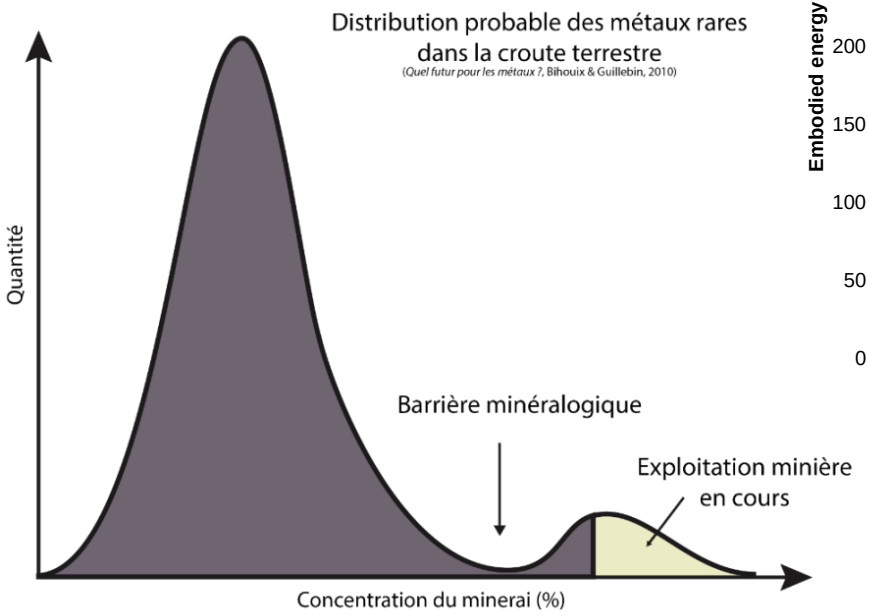


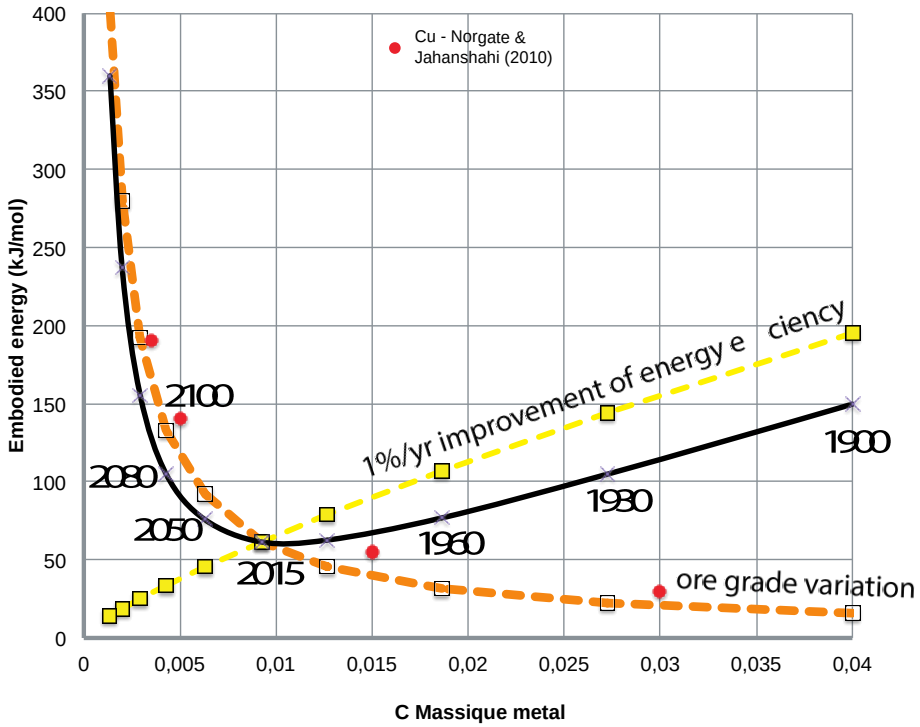




1er ordre : comprendre

3 - Baisse concentration
➔ Augmentation besoins eau

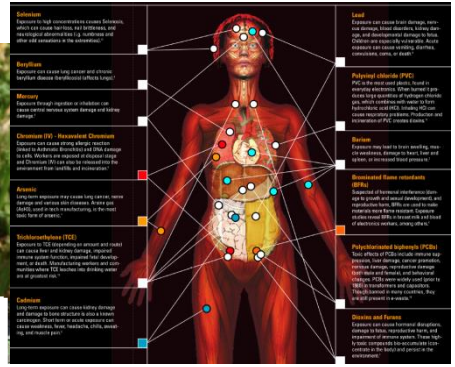


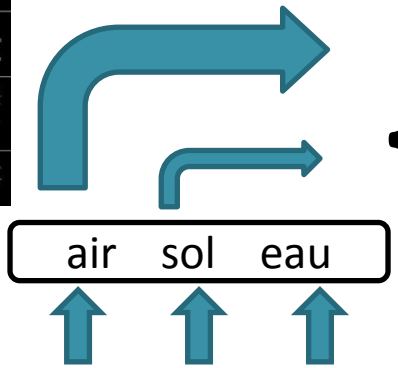


Source : Vidal, INRIA, 2019

4 - Baisse concentration
➔ Augmentation énergie

1er ordre : comprendre





- 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.

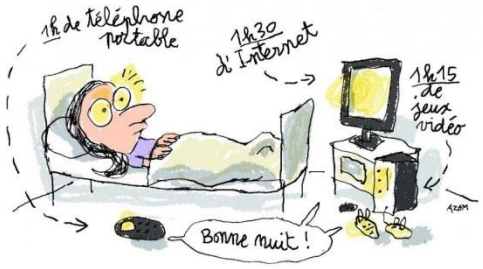
5 – pollution sols, air, eau

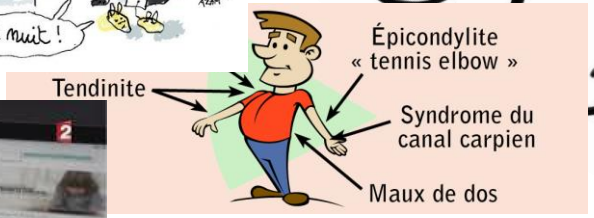
Impacts santé et sociaux

Fabrication + recyclage LA-BAS

ICI : excès d'usage

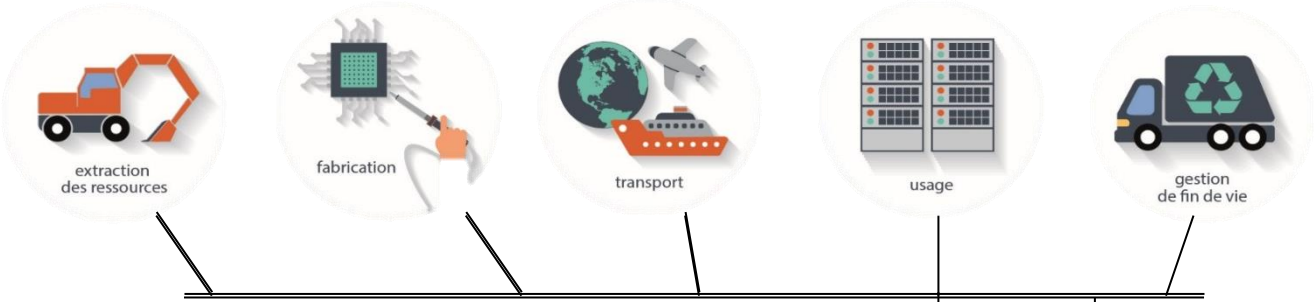
Source : https://mapa.conflictosminer os.net





6 – impacts sociaux

Electricité et énergie



Consommation d'énergie électrique :
6 à 10%

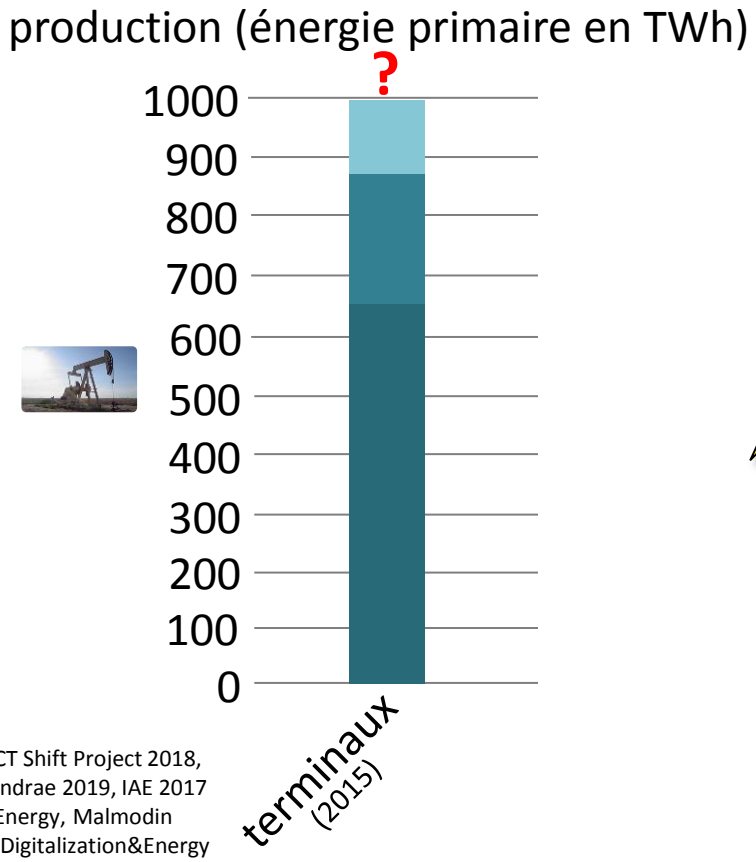
Consommation d'énergie primaire
: entre 3 et 4%

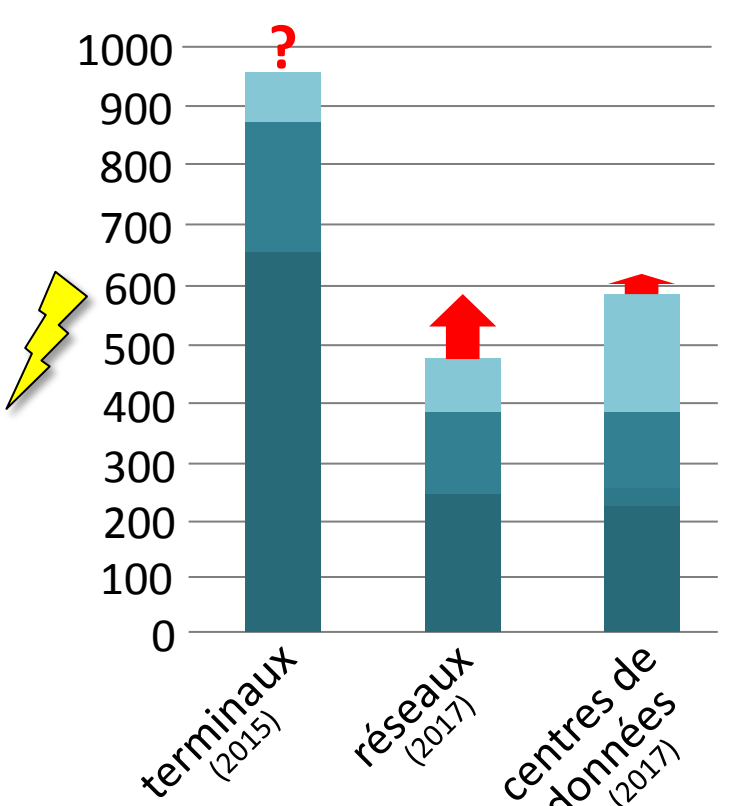
Tendance : +8% par an

source : leanICT, shift projet

1er ordre : comprendre

Consommation énergétique des TIC

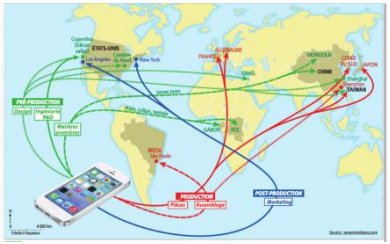




sources: Lean ICT Shift Project 2018, Andrae 2015, Andrae 2019, IAE 2017 Digitalization&Energy, Malmodin 2018, IAE 2017 Digitalization&Energy

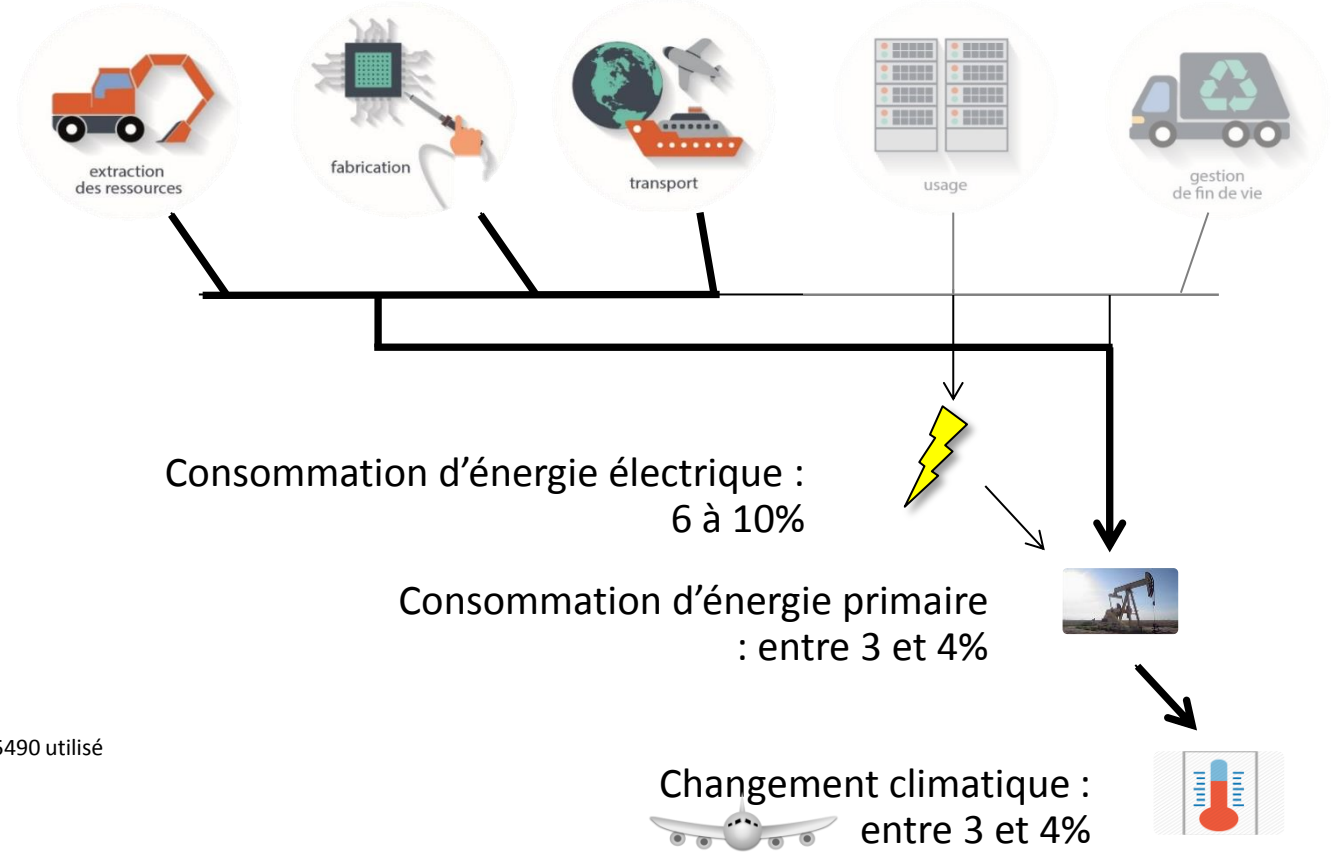
1er ordre : comprendre

Gaz à Effet de Serre



Laptop pro gardé 3 ans (utilisé en France – hors internet): Plus de 90 % des GES (kg eq CO2)

source : Données DELL pour un Latitude 5490 utilisé 8h/jour 200 jours par an



1er ordre : comprendre

Pression = Activités x Population → **Impacts** → **Limites**

→ **Impacts**

- **1er ordre (impacts directs)**
- 2ème ordre (substitution optimisation)
- 3ème ordre (sobriété matérielle, résilience)

1er ordre : agir

Atténuer nos impacts
(en tant que professionnel(le))

1. mesurer / informer : missions, impressions, consommations énergie, impacts fabrication etc.
2. réduire Transports en avion / voiture
3. mutualiser à l'échelle locale (DC, imprimantes, machines outils etc.)
4. expérimentations / matériel (acheter avec une garantie >= 5 ans ; prolonger durée d'utilisation / sobriété)
5. éteindre la nuit/we/vacances
6. prolonger utilisation (labo, dons)
7. être vigilant sur la filière de recyclage

1er ordre : agir

Atténuer nos impacts
(Quelques ordres de grandeur)

	g eq CO2
1 vol Paris-Nice[1]	170 000
1 vol Paris – New York[1]	1 000 000
1 TGV Grenoble-Paris[2]	1 538
1 km en voiture pour 1 passager, s'il est seul dans sa voiture / si 4 passagers[3]	140 / 35
1 repas classique avec boeuf / végétarien [4]	6 890 / 510
1 feuille A4[5]	10

	g eq CO2
Fabrication / transport d'un laptop (latitude 5490)[6]	200 000 / 11 000
Fabrication / transport d'un écran (24'')[6]	350 000 / 25 000
Usage pendant 1 an laptop+écran (France, hors internet)[7]	10 000
1h.coeur de calcul (mésocentre, hors fabrication des serveurs) [7]	2,8
Fabrication / transport d'un serveur (R740)[6]	1 060 000 / 200 000

[1] https://eco-calculateur.dta.aviation-civile.gouv.fr/
[2]

2ème ordre : comprendre

Pression = Activités x Population → **Impacts** → **Limites**

Impacts

- 1er ordre (impacts directs)
- **2ème ordre (substitution optimisation)**
- 3ème ordre (sobriété matérielle, résilience)

Optimisation

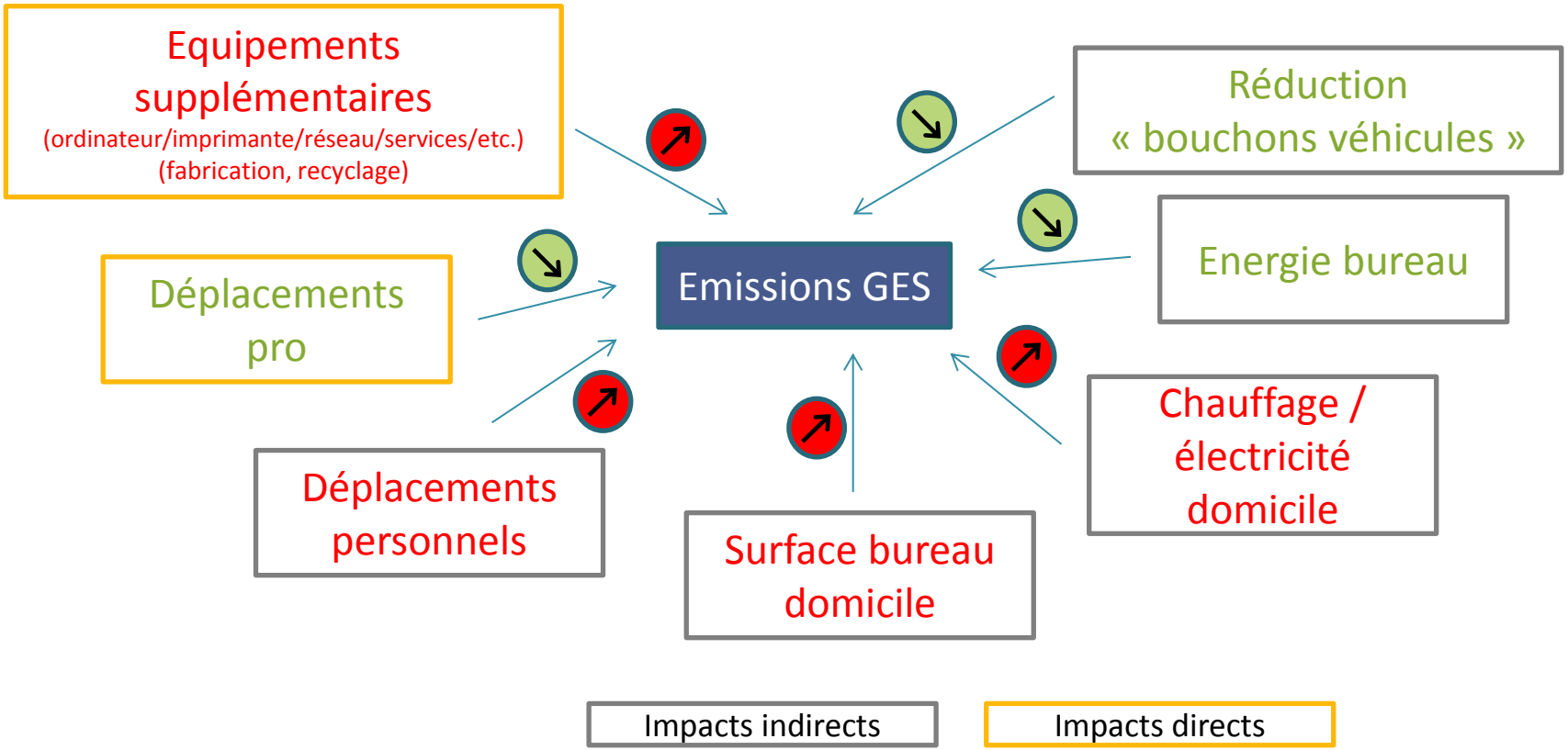
- Transports
- Production énergie renouvelable
- Smartbuilding
- Smartcity
- Linky
- …

Substitution

- Dématérialisation
- Télétravail
- …

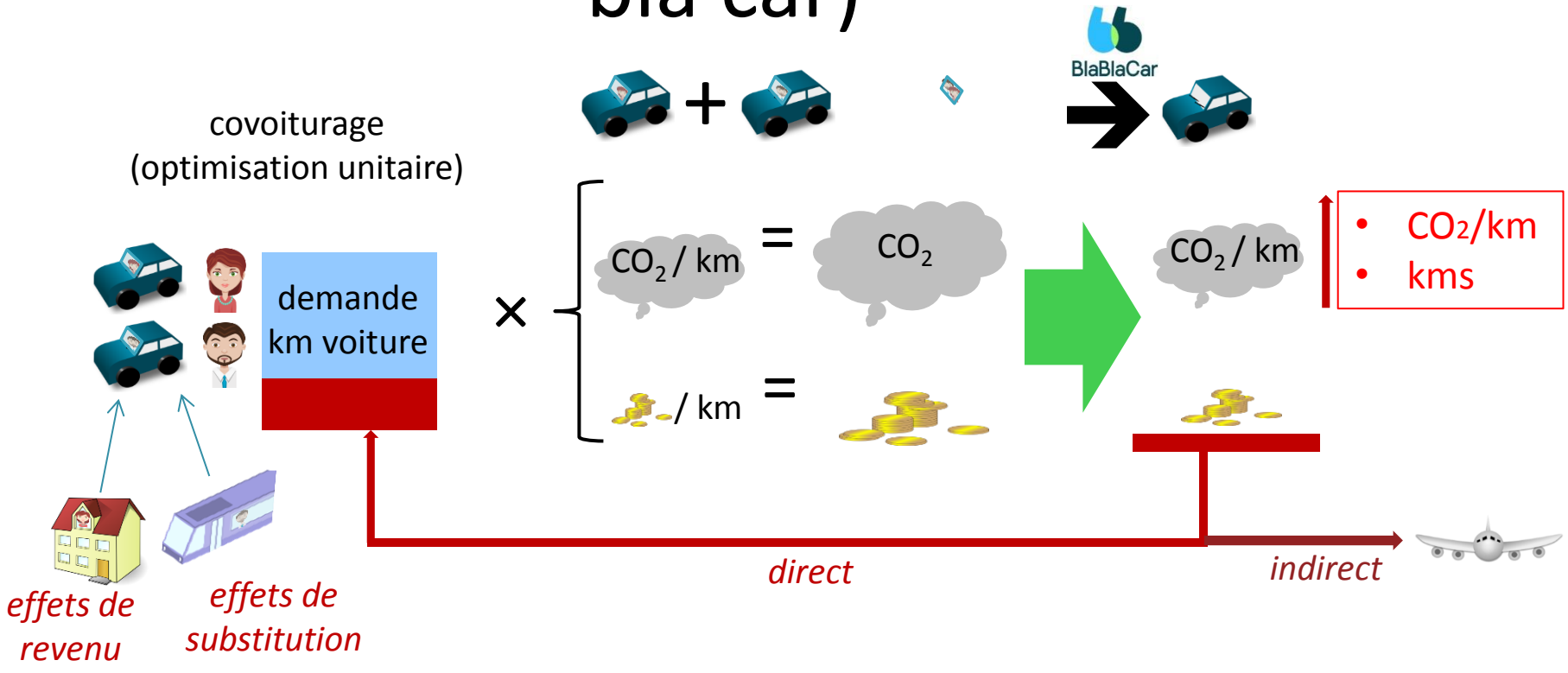
2ème ordre : comprendre

Télétravail



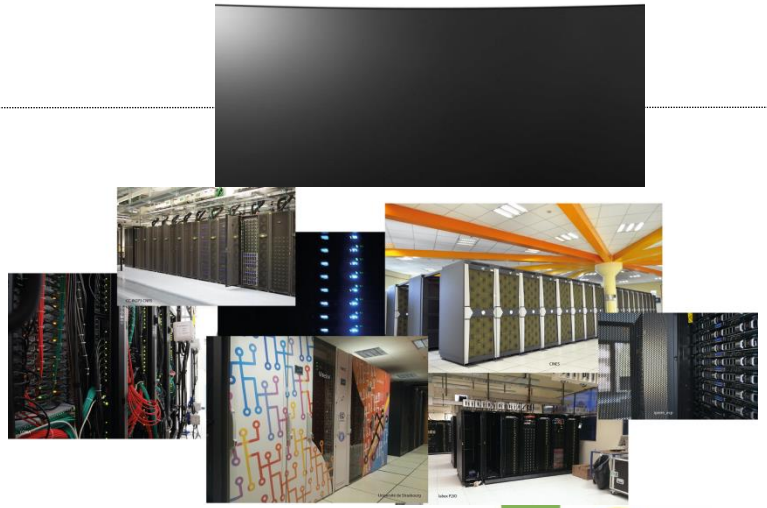
2ème ordre : comprendre

Effet rebond : ex du Co-voiturage (bla bla car)



2ème ordre : comprendre

Effet rebond



optimisation

effet rebond

initialement

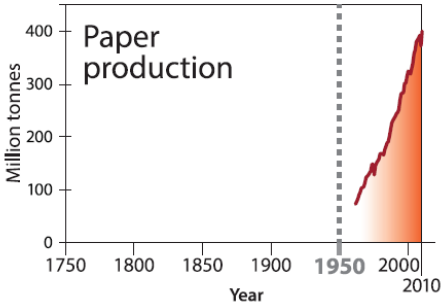
effet rebond <=100%

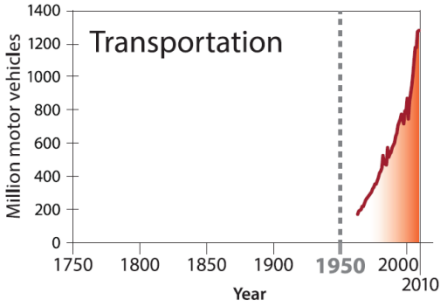
optimisation

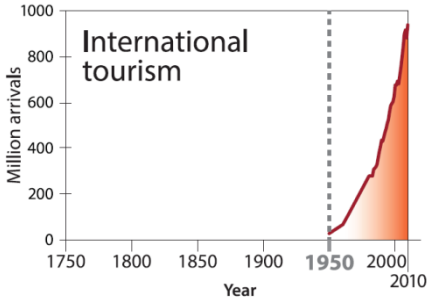
effet rebond

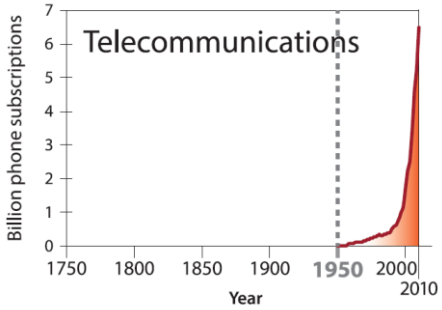
initialement

effet rebond > 100% (*backfire*)





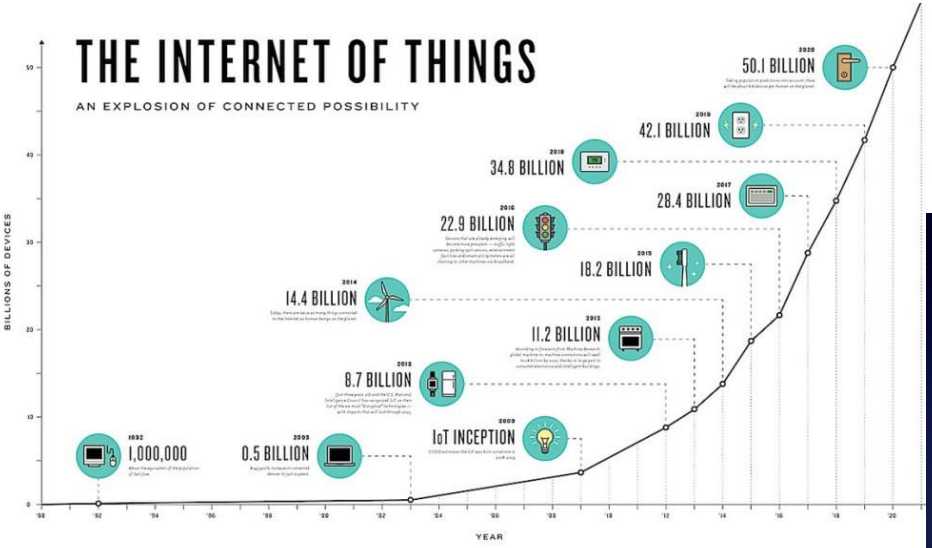




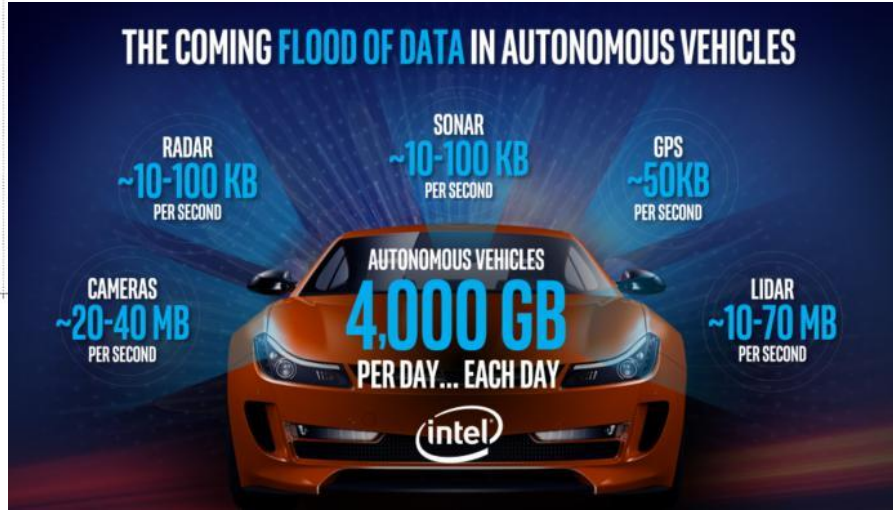
Source : **The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration, 2015 Will Steffen & al**

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

Demain ?



source : NCTA



source : Intel

2ème ordre : comprendre

Pression = Activités x Population → **Impacts** → **Limites**

→ **Impacts**

- 1er ordre (impacts directs)
- **2ème ordre (substitution optimisation)**
- 3ème ordre (sobriété matérielle, résilience)

Tendance :

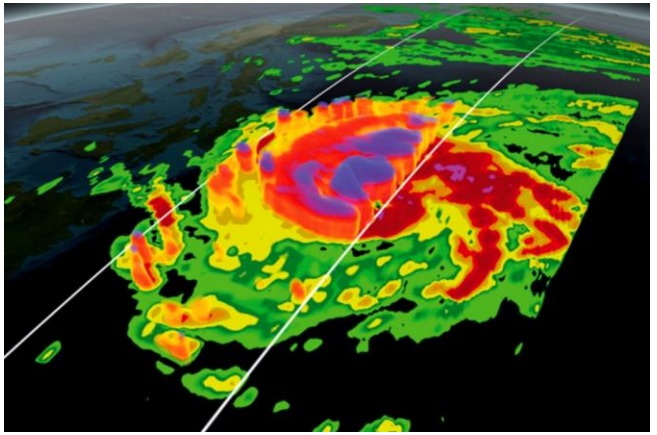
Solutions technologiques
⇒ Pensée en silo

Un problème -> **Une** solution
Empêche une vision systémique…

2ème ordre : agir

Atténuer nos impacts

- Comprendre (aussi grâce au numérique) et développer des approches systémiques
- Connaître les impacts pour éviter les transferts de pollution
- Résister face à des injonctions contradictoires !
- Réinvestir les « gains » dans des actions positives pour l'environnement



Source : Usine Digitale

2ème ordre : comprendre

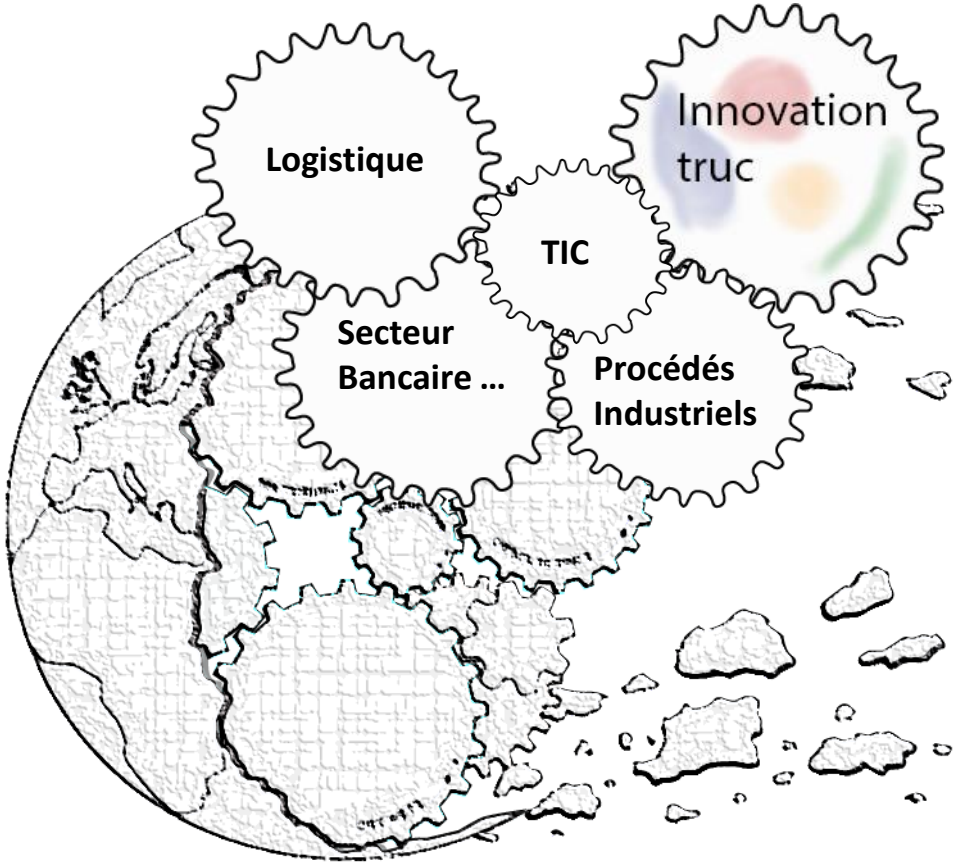
Pression = Activités x Population → **Impacts** → **Limites**

→ ? **Impacts**

- 1er ordre (impacts directs)
- 2ème ordre (substitution optimisation)
- **3ème ordre (changement sociétés)**

3ème ordre : comprendre

Numérique = Booster de la grande accélération …



1 – ajoute

- De la **dépendance**
- De la **complexité**

2 – **accélération**

- Des flux (de marchandises, de personnes, financiers)
- Des procédés de production
- De **l'obsolescence directe** (équipements numériques eux-même)
- De **l'obsolescence indirecte**

3ème ordre : comprendre

Pression = Activités x Population → **Impacts** → **Limites**

Impacts

- 1er ordre (impacts directs)
- 2ème ordre (substitution optimisation)
- **3ème ordre (changement sociétés)**

3ème ordre : agir

Préparer l'adaptation au monde de demain en arrêtant de raisonner en silo

- **Tous les champs** : politique (philo), économique, industriel, technologique, mode de vie, éducation, etc.
- **Propriétés visées** : résilience, simplicité, polyvalence, phase avec les limites environnementales, déconnectées du système dominant

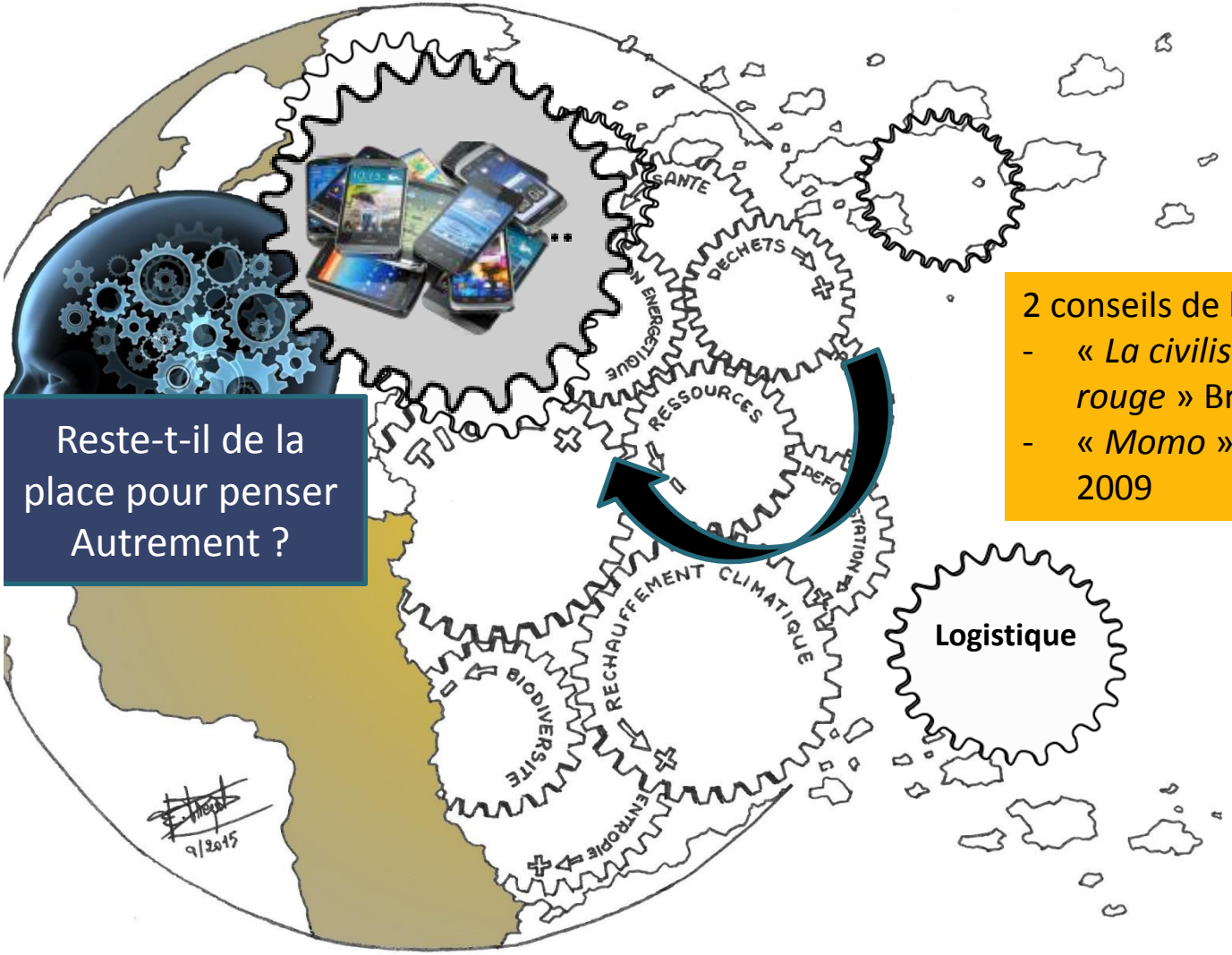
➔ **Installer / Développer une réflexion collective sur les besoins**

➔ **Éco-concevoir « la satisfaction des besoins » de façon systémique pour éviter les transferts de pollution, les effets indirects et les effets d'accélération**

En conclusions

Etapes

Imaginer, inventer des alternatives socio techniques résilientes, low tech, communautaires – où le numérique pourrait jouer un rôle .. ou pas



Reste-t-il de la place pour penser Autrement ?

2 conseils de lecture :

- « *La civilisation du poisson rouge* » Bruno Patino 2019
- « *Momo* » Mikael Ende 2009

En conclusions

Etapes

Faire de la place / Libérer du temps

Développer sa vision, comprendre

Imaginer, inventer des alternatives socio techniques résilientes, low tech, communautaires – où le numérique pourrait jouer un rôle .. ou pas

Agir

Evaluer