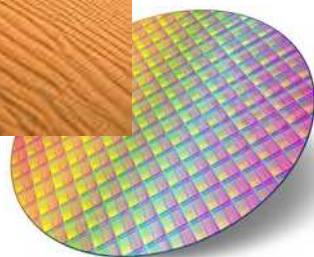


Le numérique, accélérateur de l'Anthropocène



Le Numérique,
une immatérialité
qui impacte



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Qui suis-je ?

Ingénieur de recherche **CNRS** (depuis 2002)

« Je suis pessimiste avec l'intelligence, mais optimiste par la volonté », Gramsci

- **Localisation** : Université de Toulon (depuis 2007 au LSEET/MIO/OSU Pytheas)
- **Formation** : DUT GEII Toulon, ingénieur Supelec
- **Activités** :
 - Science ouverte & data management, Projets Scientifiques, Support Informatique, PEPR Numpex
 - Cours et Intervention école d'ingénieur et université
- **Direction** du réseau SIST et du GDS EcoInfo
- Et **merci** à à mes nombreuses sources pour l'inspiration des slides :-)

- Création en **2006** & **Groupement De Service (GDS)** en **2012**.
 - Soutenu par le **CNRS** au travers de deux de ses instituts : **l'INS2I** (Informatique) et **l'INEE** (écologie et environnement).
- Environ **60 ingénieurs, enseignants, enseignants-chercheurs, et chercheurs** de différents secteurs de l'ESR en France qui travaillent autour d'un **objectif commun** :

Agir pour réduire les impacts (négatifs) environnementaux et sociétaux des TICs

Agir

| | |
|---|---------|
| A | ACTION |
| C | CHANGES |
| T | THINGS |

Sommaire

- Les chiffres « Rien n'est plus faux que le chiffre exact »
- Le contexte général : **pourquoi il faut agir maintenant ?**
- Les impacts du **numérique** et les **outils** pour comprendre : effets directs, indirects et rebonds, l'ACV
- Les **axes pour agir** aux échelles individuelle et collective
- Les **freins à l'action** : pourquoi diable ne fait-on rien ?
- Conclusion



Contexte : l'ère de l'Anthropocène

L'Anthropocène est une nouvelle époque géologique qui se caractérise par l'avènement des hommes comme principale force de changement sur Terre, surpassant les forces géophysiques. C'est « l'âge des humains » mais surtout celui d'un désordre planétaire inédit. C'est en 2000 que le biologiste américain Eugene F. Stoermer & le chimiste et Prix Nobel de chimie néerlandais Paul Josef Crutzen ont évoqué pour la première fois le terme d'« Anthropocène ».



<https://www.vie-publique.fr/parole-dexpert/271086-terre-climat-quest-ce-que-lanthropocene-ere-geologique#:~:text=L'Anthropoc%C3%A8ne%20est%20une%20nouvelle,d'un%20d%C3%A9sordre%20plan%C3%A9taire%20in%C3%A9dit>
& <https://fr.wikipedia.org/wiki/Anthropoc%C3%A8ne>

Contexte : l'ère de l'Anthropocène

- Les **changements globaux** s'accélèrent depuis une **centaine d'années** et les **causes** de ces changements sont **très largement humaines** et surtout **systémiques** :
 - **croissance démographique** (+2,64 personne chaque seconde, source : <https://www.ined.fr/>) et **urbanisation**,
 - Les **marqueurs de l'Anthropocène** sont liés à nos **modes de consommation et de production** : nucléaire civil et militaire, agriculture intensive, artificialisation des sols, produits chimiques, alimentation trop carnée, combustion des énergies fossiles pour le confort domestique, le transport, l'agriculture et la production d'énergie (**JM Jancovici**).



https://fr.wikipedia.org/wiki/Mine_Mir



ANTHROPOCÈNE

https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89levage_en_batterie



https://fr.wikipedia.org/wiki/Agriculture_intensive

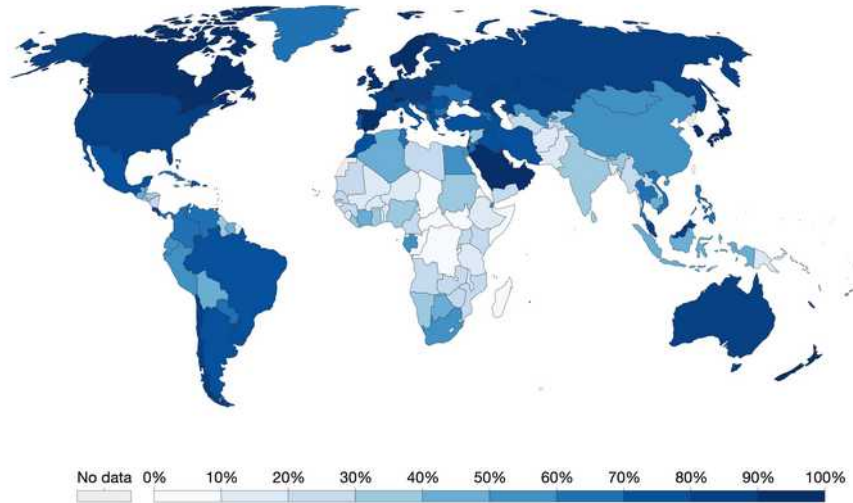
Qui se sert du numérique... ?

~ 5 milliards d'humains connectés : croissance annuelle de 8,6 %

Share of the population using the internet, 2019

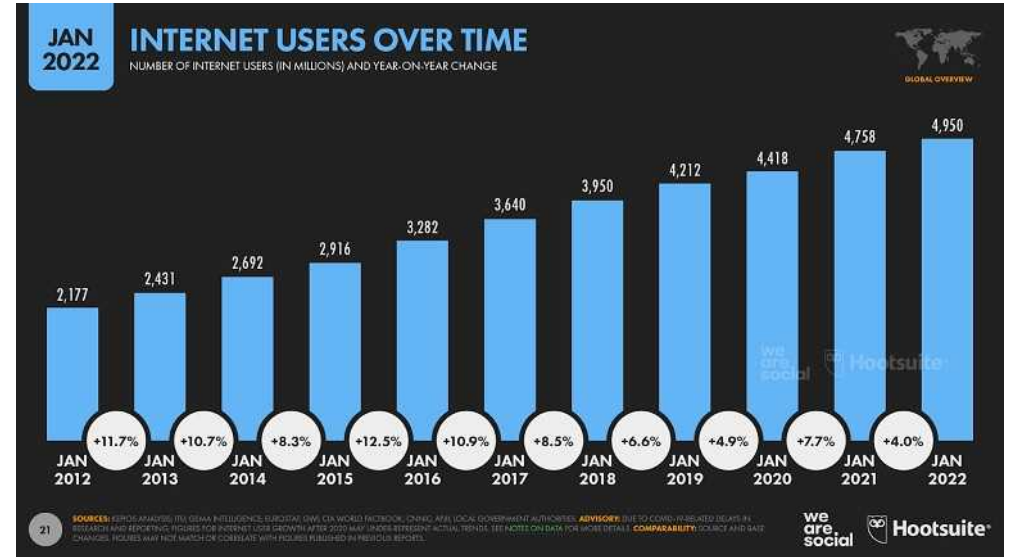
All individuals who have used the Internet in the last 3 months are counted as Internet users. The Internet can be used via a computer, mobile phone, personal digital assistant, gaming device, digital TV etc.

Our World
in Data



Source: International Telecommunication Union (via World Bank)

OurWorldInData.org/technology-adoption/ • CC BY



Contexte et Indicateurs

Les Indicateurs sont largement dans le rouge
une situation catastrophique et délétère pour notre espèce

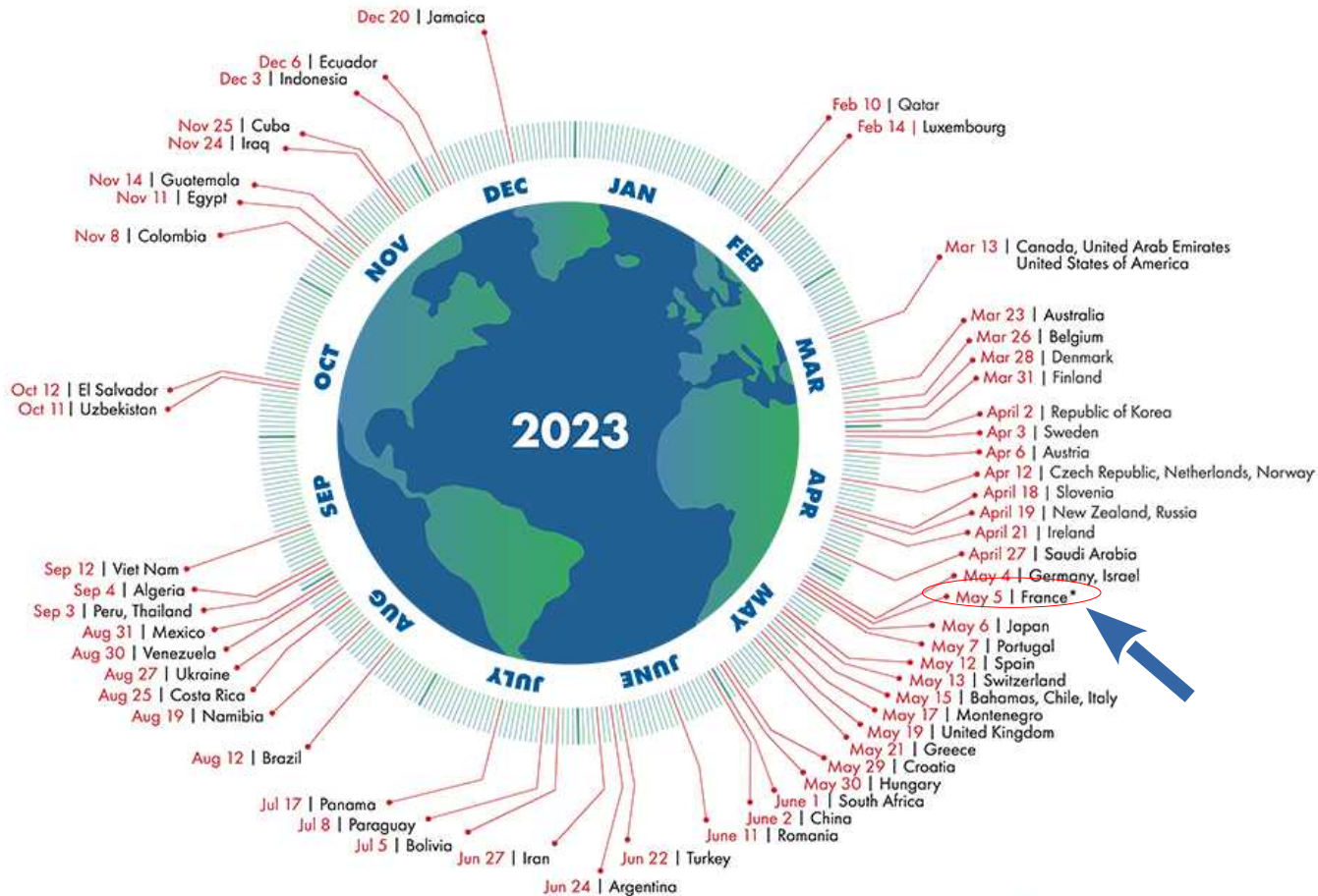
Global

Indicateur global: Earth Overshoot Day (Jour du dépassement, 5 mai 2023 pour la France)

- Actuellement, il nous faut 1,7 Terre pour régénérer ce que l'humanité consomme.
- Le 2 AOÛT 2023, nous avons consommé toutes les ressources que notre planète peut régénérer en une année
- Exemple sur l'eau douce : 70% de l'eau douce disponible dans le monde est utilisée pour l'agriculture. En France, c'est plus de la moitié de la ressource en eau consommée (58%) que nous utilisons pour irriguer seulement 7% des terres agricoles*.

Country Overshoot Days 2023

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



For a full list of countries, visit overshootday.org/country-overshoot-days.
*French Overshoot Day based on nowcasted data. See overshootday.org/france.

Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, 2022 Edition
data.footprintnetwork.org

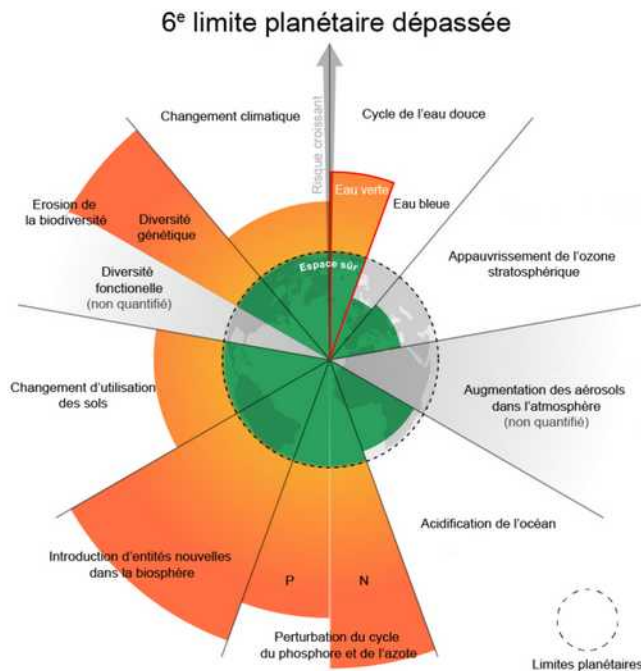


Indicateur Sectoriels

Indicateur sectoriel : Limite Planétaire (Planetary Boundaries) - Rockström & al (2009) et Steffen & al (2015)

6 frontières déjà dépassées

- **Changement climatique**,
- **Biodiversité** une espèce sur huit risque de disparaître à brève échéance ; Sixième extinction de masse
- **Janvier 2022 : pollutions chimiques** (eaux, sols, atmosphère)
- **Destruction** des sols et des habitats,
- **Modifications** des cycles géochimiques,
- **Avril 2022 : Modifications** du cycle de l'eau douce



La limite planétaire concernant l'utilisation d'eau douce (eau verte) a été franchie. Elle rejoint les 5 autres déjà dépassées, dont la dernière avait été officiellement dépassée en janvier 2022.

Crédit : Wang-Erlandsson et al. (2022)
Stockholm Resilience Center

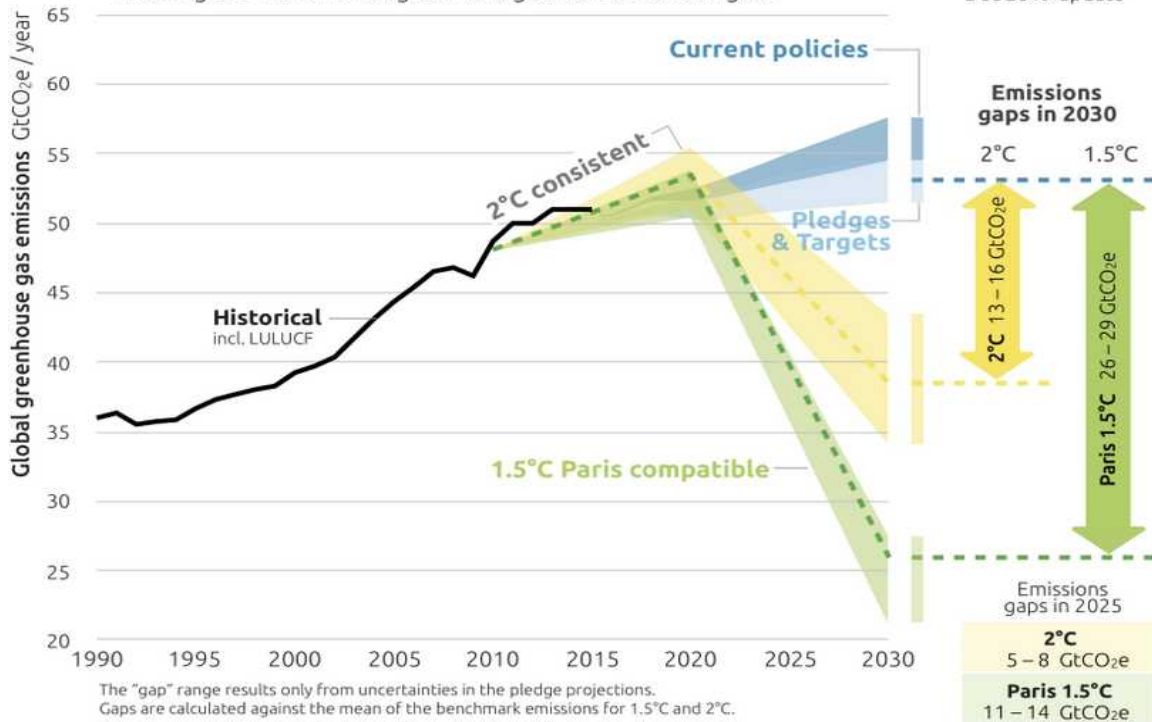
Traduction Sydney THOMAS pour @BonPote



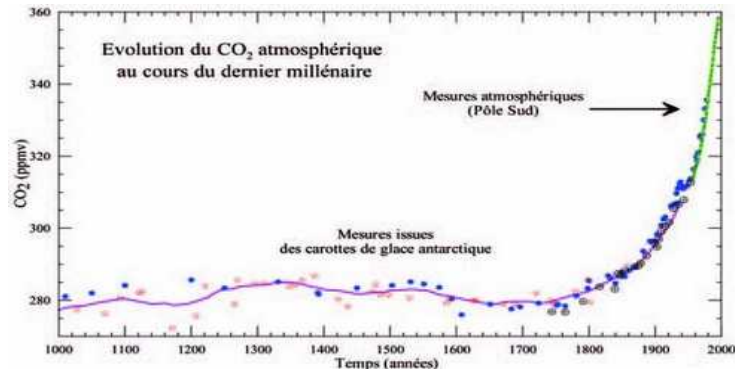
Nos émissions de CO₂

2030 EMISSIONS GAPS

CAT projections and resulting emissions gaps in meeting the 1.5°C Paris Agreement goal vs 2°C Cancún goal



The "gap" range results only from uncertainties in the pledge projections. Gaps are calculated against the mean of the benchmark emissions for 1.5°C and 2°C.

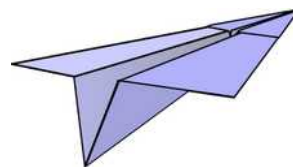


Février 2023 : **420ppm**, Observatoire Mauna Lao)

CO₂>400ppm ~ Pliocène (3 millions d'années) : Des arbres en Antarctique, un niveau des mers 15 à 20 mètres plus haut & températures moyennes 3 à 5 degrés au dessus.

Quel est la part des GES attribuées au numérique ?

Nos émissions de CO₂



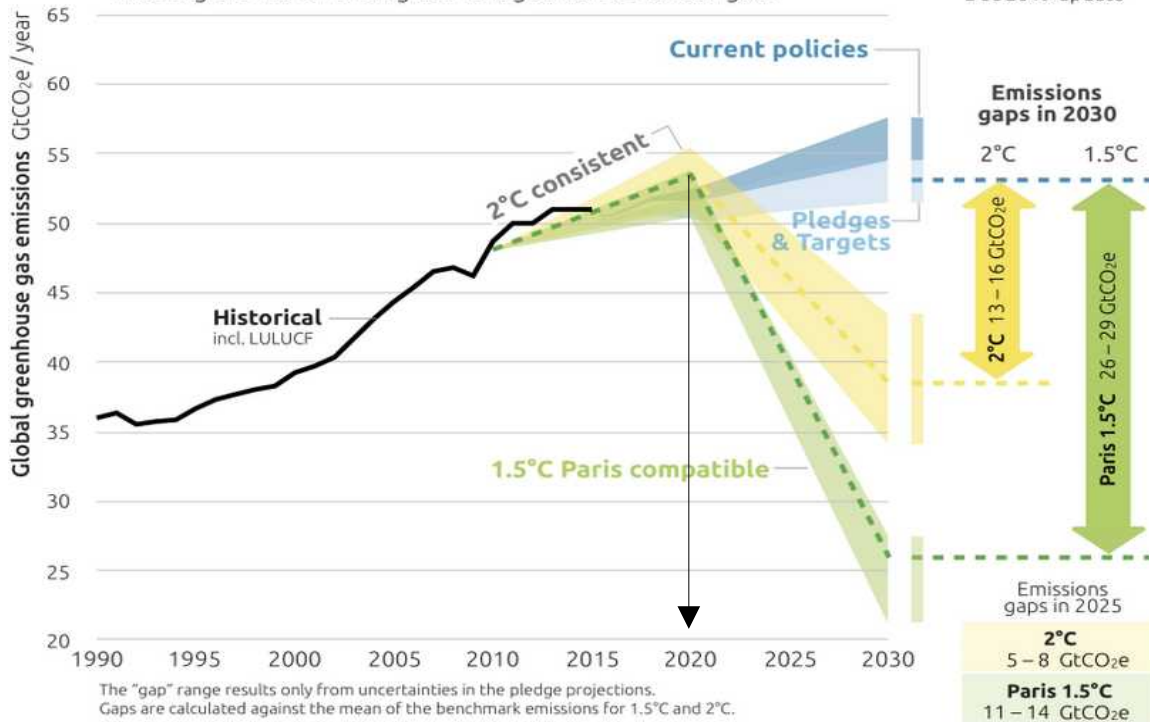
TIC ~ 2 à 4 %
(et +6 %/an,
x2 / 12 ans)

2030 EMISSIONS GAPS

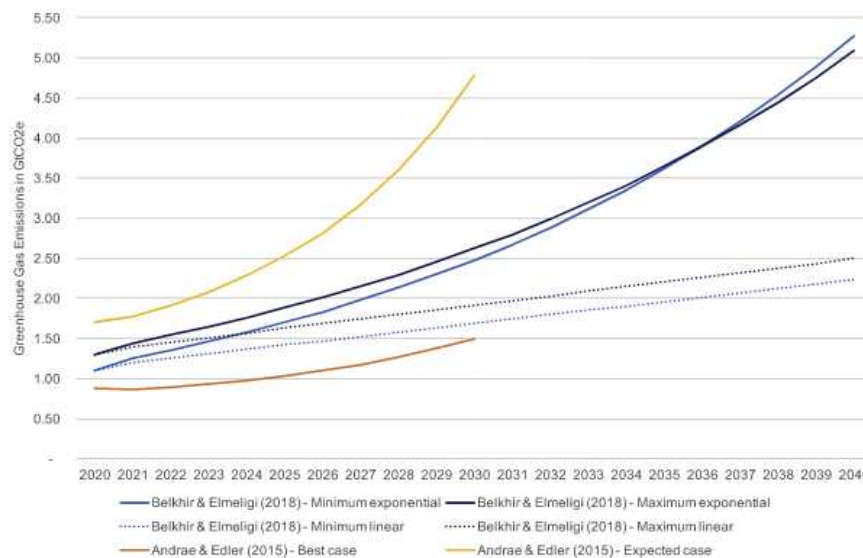
CAT projections and resulting emissions gaps in meeting the 1.5°C Paris Agreement goal vs 2°C Cancún goal



Dec 2019 update



Projection de croissance du numérique (impacts GES)

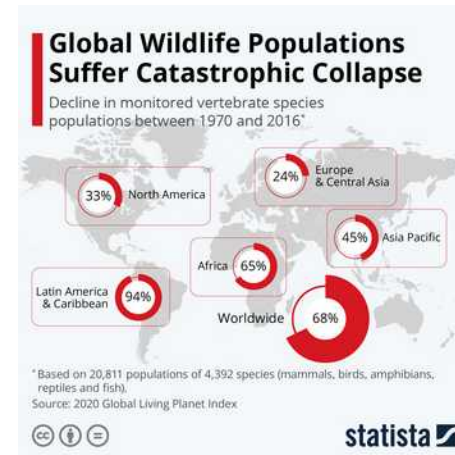
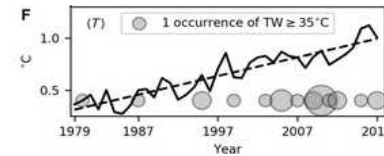
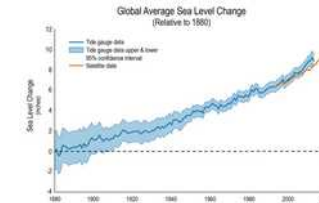


Déjà, en 1972 (et même avant), on savait

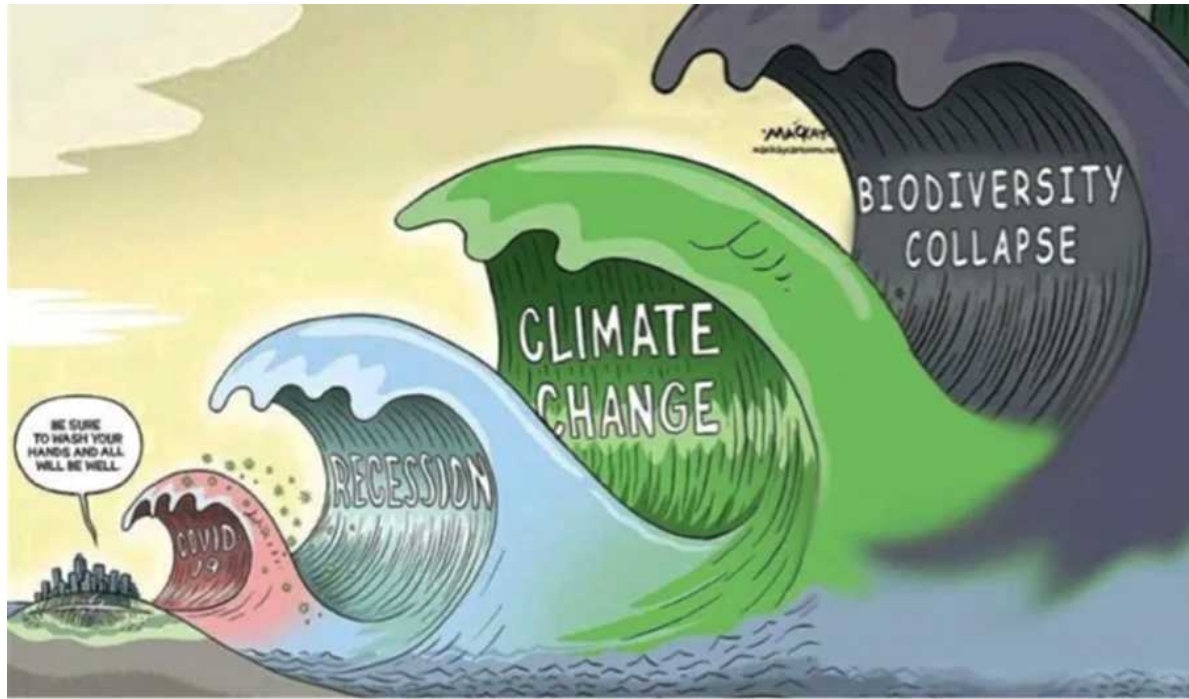
- En 1972, le club de Rome groupe de réflexion issu du MIT publie « **Les Limites à la croissance** » (« **rapport Meadows** »). Sa conclusion :
 - *si rien n'est mis en œuvre pour **stabiliser la population et la croissance industrielle**, le système planétaire va s'effondrer*
 - *Ce dernier donnait **soixante ans** (2030) au système économique mondial avant cet **effondrement**, confronté à la diminution des ressources et à la dégradation de l'environnement*
- *Le 1er mars 2012, **40 ans plus tard**, la Smithsonian Institution publie une version actualisée et confirme les conclusions de 1972 :*
 -
 - ***Une refonte radicale de ce système est indispensable pour espérer repousser cette date butoir***

De profondes modifications déjà là

- Profondes modifications des cycles de l'eau
- Nombres d'anomalies chaleur humide ($> 31\text{ }^{\circ}\text{C Tw}$) en augmentation très nette
- Profondes perturbations sur les écosystèmes
 - 6ème extinction, végétales et animales,
 - Terres désertifiées,
 - Pandémies
- Incendies géants & accroissement du nombre d'évènements extrêmes.



Et donc, nous en sommes un peu là



Graeme MacKay/mackaycartoons.net



Le statut quo n'est plus possible

Avec de nombreuses conséquences sur nos sociétés plus que probables : famines, luttes pour les ressources en eau, migrations, guerres

Le Numérique



<https://www.piqsels.com/fr/public-domain-photo-sbzrt>

Mais « le numérique » dans tout ça, c'est **virtuel** et **immatériel** ? Numériser et virtualiser la société c'est bien LA solution..... non ?



<http://www.pressenza.com/fr/2016/05/revenu-de-base-sauver-planete/>

De quoi on parle ?

- « Le numérique » ou { service numérique }, c'est :
 - de l'information (des données)
 - des traitements : algorithmes, filtrage, simulation
 - des échanges d'informations
 - des interfaces utilisateurs
- Un **service numérique** repose donc sur :
 - des infrastructures **matérielles** : serveurs, équipements réseau, terminaux, capteurs
 - des infrastructures **logicielles** : applications, outils, bibliothèques, protocoles
 - des **personnes** : développeurs, administrateurs systèmes et réseaux, chefs de projet, chercheurs

Les impacts du numérique

- Le numérique, c'est concret et ça crée de nombreux impacts :
 - directs via les infrastructures matérielles et leur usage,
 - indirects sociaux et sociétaux
- Le numérique est un ensemble **complexe** qui nécessite une approche et une vision **systemique** et **transdisciplinaire**.

3 axes d'approche



Le Matériel



Le Logiciel



Les Données

Nous avons trois axes
d'analyse, et donc, trois axes
d'actions possibles

Le matériel

Du câble, des antennes, des box, des terminaux par milliards + objets connectés

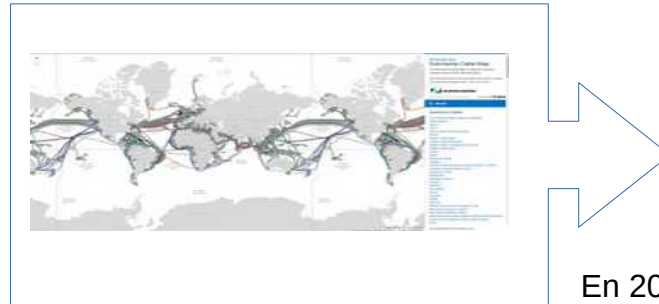
Vente de téléphones : 2 milliards / an (80/seconde)



2 milliards de PC en service en 2020 (500 millions pro en 1980) ; Vente environ 10/seconde



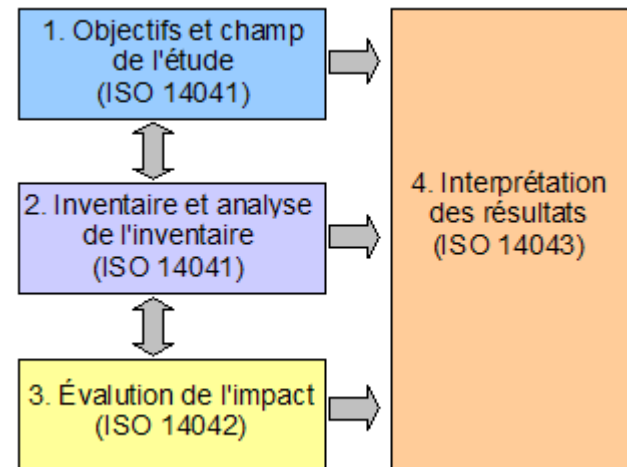
99 % du trafic intercontinental : câbles sous marins ; 250 câbles en 2013, 448 câbles en 2018 pour 1,2 million de kilomètres ; ~ 100.000 km de câbles / an posés



En 2021, on compte plus de **8000 datacentres majeurs** (les 157 datacentres installés en France absorbaient 8% de la consommation électrique nationale en 2016.)

L'Analyse de Cycle de Vie

- Méthode d'évaluation **normalisée** (ISO 14040 et 14044)
- Bilan environnemental multicritère et multi-étape qui considère le système sur **l'ensemble de son cycle de vie**.
- **Applications** : Identification des enjeux environnementaux, **éco-conception** de produits (aide à la décision), **comparaison** de produits, « **crédibilisation** » de la performance environnementale.



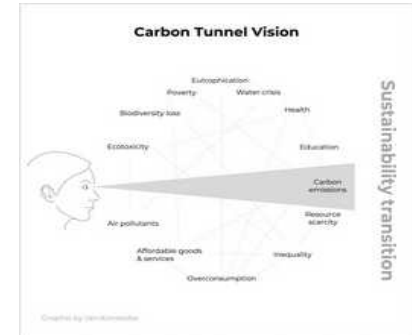
(Les normes citées ici ont été remplacées par ISO 14044 qui décrit toutes ces étapes selon la même systématique); https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_du_cycle_de_vie

L'Analyse de Cycle de Vie

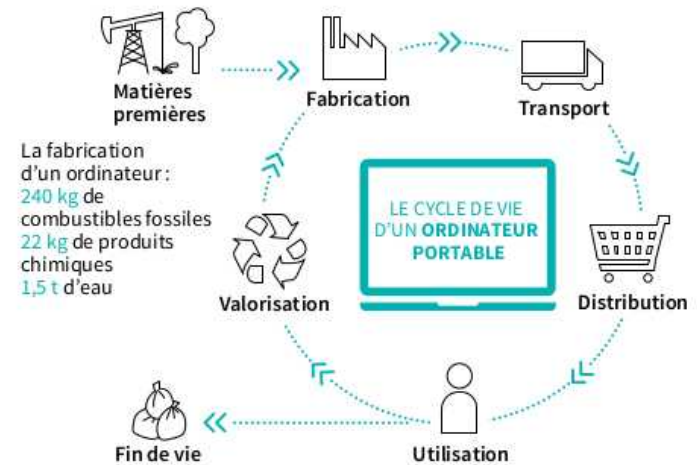
Sortir d'une vision « carbo-centrée »

- **Périmètre** : objectifs du champ d'étude et unité fonctionnelle (exemple : ampoule qui éclaire 1000 heure avec une luminosité de 40W, stylo qui a une longueur d'écriture de 20km)
- **Décrire** le cycle de vie
- **Les limites** de l'étude, la **qualité des données** requises et le **public** visé par l'étude.
- **Inventaire** des entrants et sortants de chaque processus élémentaire
- **Évaluation des impacts**, problèmes, dommages, indices : résultats bruts de l'analyse.

Une ACV de Lenovo (2015) indique **6 t d'eau** :

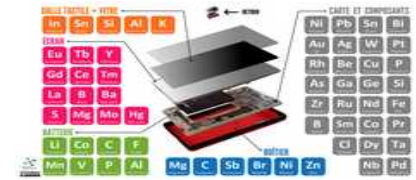


LE CYCLE DE VIE D'UN ORDINATEUR



Étude de « Kuehr et Willians », 2003

L'Analyse de Cycle de Vie



RÉPARTITION DU POIDS DES MATÉRIAUX DANS LA COMPOSITION D'UN SMARTPHONE



PROPORTION DES MÉTAUX

80 à 85 % de métaux ferreux et non ferreux : cuivre, aluminium, zinc, étain, chrome, nickel...

0,5 % de métaux précieux : or, argent, platine, palladium...

0,1 % de terres rares et métaux spéciaux : europium, yttrium, terbium, gallium, tungstène, indium, tantale...

15 à 20 % d'autres substances : magnésium, carbone, cobalt, lithium...

Ils sont indispensables.
Plus de 70 matériaux différents pour fabriquer un smartphone (ADEME; Guide « Achats : Les impacts du smartphone; 2019)

Des dizaines de matériaux « indispensables »

- ✓ Verre, céramique,
- ✓ Matières synthétiques
- ✓ Métaux
 - ✓ Précieux
 - ✓ Terres rares
 - ✓ Ferreux, non ferreux
 - ✓ Autres

Impacts Directs : Extraction



Une mine d'extraction de métaux rares dans la région de Baotou dans le nord de la Chine. Photo prise le 6 juillet 2010. — AP/SPA



La lac toxique de Baotou (Chine)
David Gray/ Reuters



Une femme et un enfant cassent de la roche extraite d'une mine de cobalt à Lubumbashi, dans la province du Katanga, en RDC, le 23 mai 2016. (JUNIOR KANNAH/ AFP)



Mine de chrome, Kazakhstan, crédit photo : businessmir.kz



- Exploitation des matières premières : raréfaction et tensions

- Sables
- minerais
- pétrole



- Pollutions

- Extractions : réactions chimiques, dissolutions, eau, sodes, produits acides
- Broyage, chauffage

- Problèmes d'eau

- Désalinisation

- Exploitation d'enfants

- Conflits armés



<https://ecoinfo.cnrs.fr/2010/08/06/les-terres-rares-la-separation-des-terres-rares/>

La guerre des métaux rares, Guillaume Pitron

<https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/28326/1/34069.pdf>

<https://www.planetoscope.com/sols/1048-production-mondiale-de-terres-rares.html>

<https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/quels-sont-les-usages-domestiques-de-leau>

<https://www.jforum.fr/decouvrir-une-usine-de-dessalement-de-leau-de-mer-vidéo.html>

Impacts Directs : Extraction

Le poids des TIC dans la demande mondiale

| Métal | Production minière mondiale 2013 (*) | Consommation totale du secteur électronique % de la demande (**) | Commentaires |
|-----------|--------------------------------------|--|---|
| Cuivre | 18,7 millions t | ~ 6 % | 3% équipements, 3% infrastructure télécom |
| Etain | 296.000 t | - 35% | |
| Antimoine | 160.000 t | < 20 % | Total retardateur de flammes ~ 35% |
| Argent | 26.000 t | ~ 20 % | |
| Or | 2.860 t | ~ 10 % | |
| Platine | 160 t | ~ 2 % | |
| Palladium | 190 t | ~ 12 % | |
| Ruthénium | ~ 30 t | - 55 % | |
| Tantale | ~ 1400 t | - 60 % | |
| Indium | ~ 800 t | - 80 % | |
| Gallium | ~ 440 t | - 90 % | |
| Germanium | ~160 t | 30 - 50% | |
| Bismuth | 8.500 t | ~ 15 % | |
| Sélénium | ~ 2.300 t (hors USA) | ~ 10% | Inclus photo voltaïque |
| Tellure | ~ 450 t (?) | < 10 % | Principalement photovoltaïque |
| Lithium | 36.000 t | ~ 20 % | |
| Cobalt | 112.000 t | - 35 % | |

Un monde « bas carbone » est une monde « haute matière »

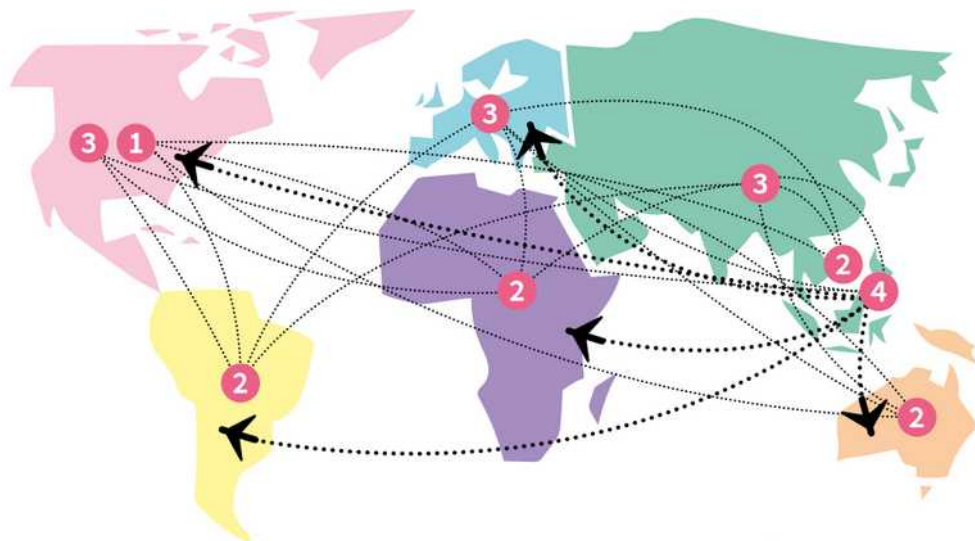
La demande mondiale en matière première devrait doubler d'ici 2060.

Source : (*) USGS 2015, (**) Demande totale = Production minière + Recyclage + Déstockage

4

Impacts Directs : transport

QUATRE TOURS DU MONDE POUR FABRIQUER UN SMARTPHONE




1. Conception le plus souvent aux États-Unis

2. Extraction et transformation des matières premières en Asie du Sud-Est, en Australie, en Afrique centrale et en Amérique du Sud

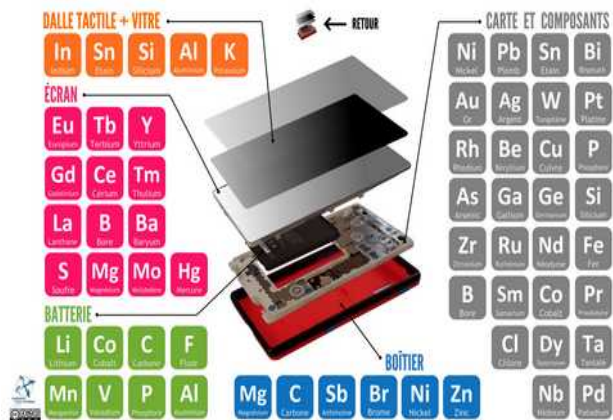
3. Fabrication des principaux composants en Asie, aux États-Unis et en Europe

4. Assemblage en Asie du Sud-Est

 **Distribution** vers le reste du monde, souvent en avion.

- Routier
- Bateaux :
 - Fioul lourd,
 - Bruits marins
 - Déplacement de masses d'eau
- Avions :
 - Pollutions diverses

Impacts Directs : Fabrication



Source : Ingénieurs
Sans Frontières

- Un wafer de 300 mm / 20 g environ
8330 litres d'eau, 70 % ultra pure
- Produire un kilo de wafer en Silicium :
 - 2933 kWh d'électricité
 - 280 kg de produits chimiques



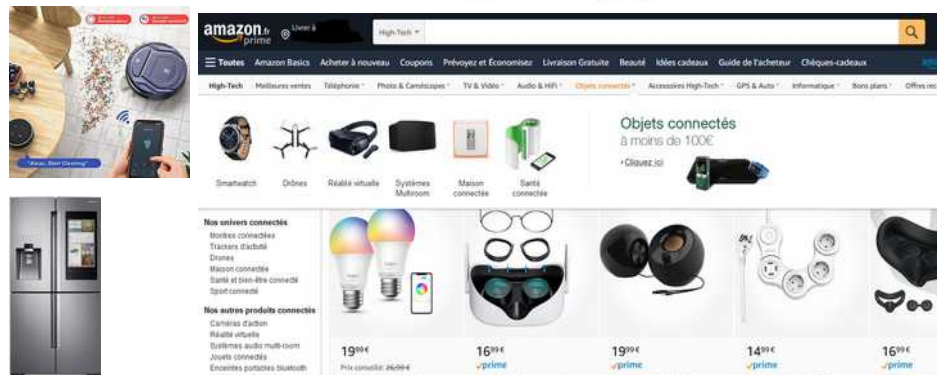
métaux, silice, plastiques
Meilleur, + petit, + rapide,
+ fiable :
Gravure des wafers :
10nm, 7nm, 5nm, 3nm
(2022)
Taille des virus
VIH: 90 nm - SARS-CoV-
2 : 50-140 nm

<https://www.novethic.fr> - Article

Impacts Directs : usage

D'après le Shift Project, en 2018 :

- Un **américain** possédait environ **10 périphériques** numériques connectés et a consommé **140 Go de données/mois**
- Un **indien** possédait **1 seul périphérique** numérique connecté et a consommé **2Go de données/mois**.



| | T1 2016 |
|--|---------|
| Nombre moyen d'écrans total par foyer | 6,4 |
| Télévision | 1,6 |
| Ordinateur | 1,4 |
| Console TV | 0,5 |
| Console portable | 0,3 |
| Baladeur fonction vidéo | 0,1 |
| Téléphone mobile (dont smartphone : 1,3) | 1,9 |
| Tablette tactile | 0,6 |

Chiffres : CSA, 2016



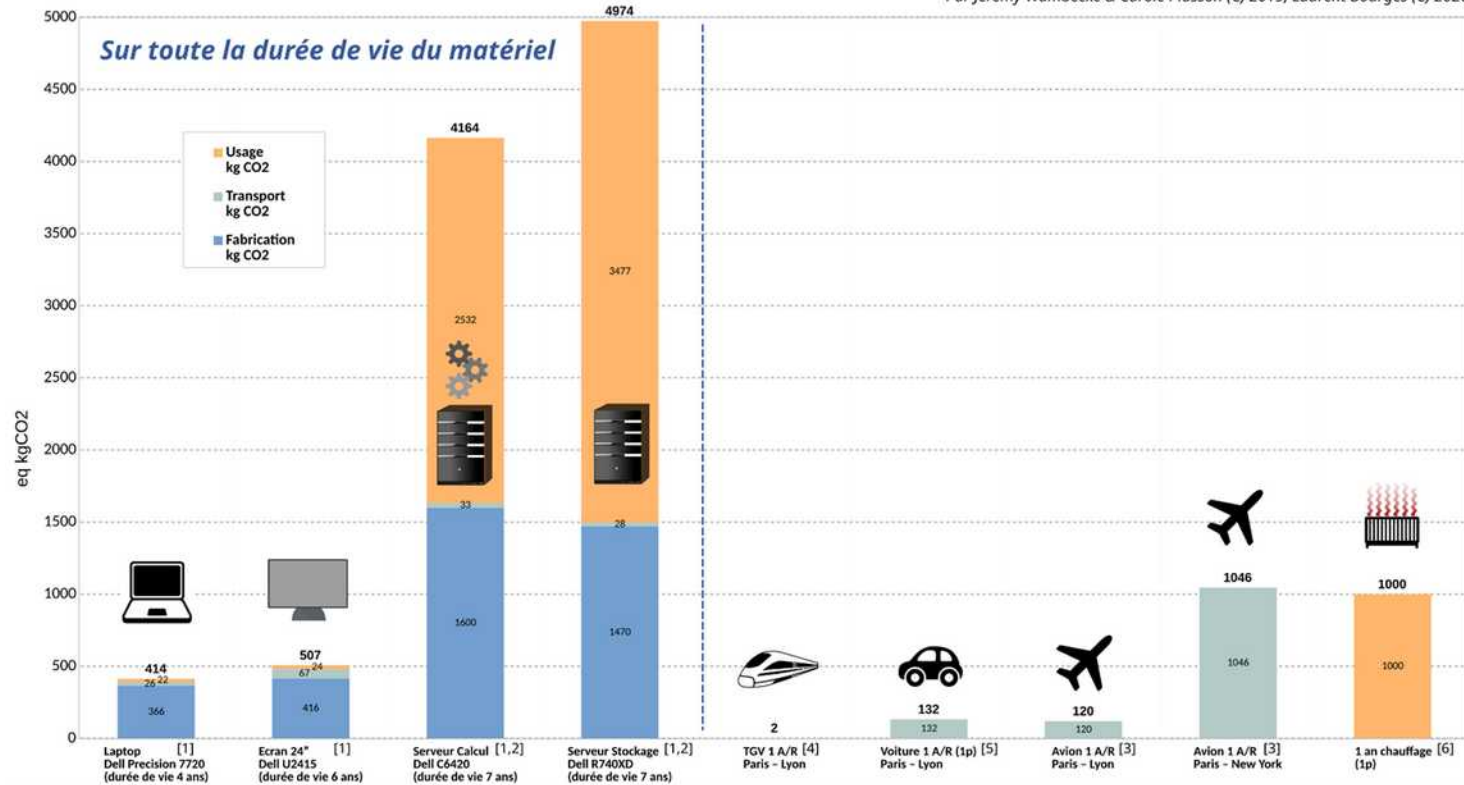
Impacts Directs : usage

| Quoi | Qu'est ce que cela inclut ? (périmètre) | combien ? (en g eq CO2) |
|---|--|--|
| une heure.coeur de calcul | Les serveurs, les équipements de refroidissement et d'alimentation électrique (fabrication, transport et usage) | de l'ordre de 2,5 à 5 g (résultat préliminaire) https://hal.science/hal-02549565v5/document GENCI : moyenne de ~4tCO2e par projet/an (50tCO2e et plus pour les plus gros) https://www.genci.fr/fr/content/bilan-des-campagnes |
| 1 Go stocké pendant 1 an | les serveurs de stockage et les équipements de refroidissement et d'alimentation électrique (fabrication, usage) | de l'ordre de 10 à 30 g https://hal-cnrs.archives-ouvertes.fr/hal-03573790v1 |
| fabrication et transport d'un écran d'un serveur d'un ordinateur portable | Extraction des métaux et des ressources abiotiques, fabrication des composants, assemblage, transport vers le site de vente. | selon la méthodologie : de l'ordre de 150 à 500 kg de l'ordre de 800 à 1800 kg de l'ordre de 140 à 450 kg https://ecoinfo.cnrs.fr/ecodiag-calcul/ |
| 1h de visio par personne | Les équipements terminaux des utilisateurs (usage) et tous les équipements intermédiaires : serveurs, réseaux (fabrication, transport et usage). | 7 g à 70 g eCO2/h https://labos1point5.org/les-infographies/poster-ecoinfo-method |
| Consommation électrique pendant 1 an d'un serveur qui tourne presque à vide (calcul ou stockage) | Uniquement la consommation électrique du serveur | Entre 30 et 50% de la consommation maximale du matériel (pleine charge) |

Source : Françoise Berthoud, Emmanuelle Frenoux et Gaël Gennebaud pour Labos 1point5

Impacts Directs : répartition

Par Jérémy Wambecke & Carole Plasson (C) 2019, Laurent Bourgès (C) 2020



[1] Données Fiches Dell (usage corrigé pour usage FR) :

(https://www.dell.com/learn/us/en/uscorp1/corp-comm/environment_carbon_footprint_products)

[2] Usage à partir de la consommation moyenne (Berthoud et al. 2020) d'un noeud = 275W (C6420), 375W (R740XD) (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02549565>)

[3] <https://eco-calculateur.dta.aviation-civile.gouv.fr/>

[4] <https://ressources.data.sncf.com/explore/dataset/emission-co2-tgv/table/>

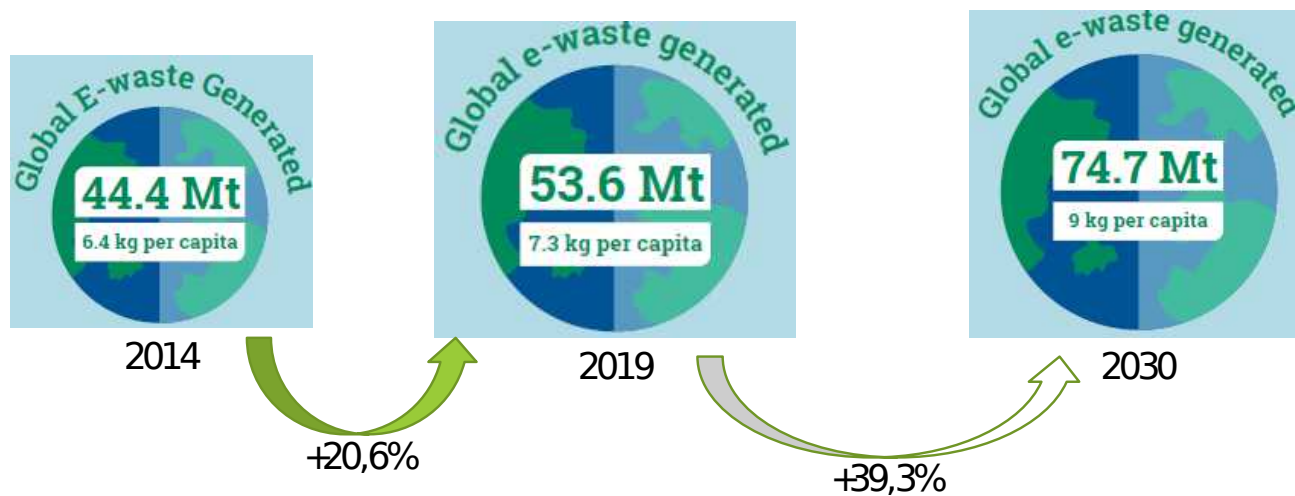
[5] Trajet de 473km, pour une voiture émettant 140g CO2/km

[6] <https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/1281320/ip1445.pdf>

Facteur d'impact : 0,108 kgCO2e/kWh (FR)

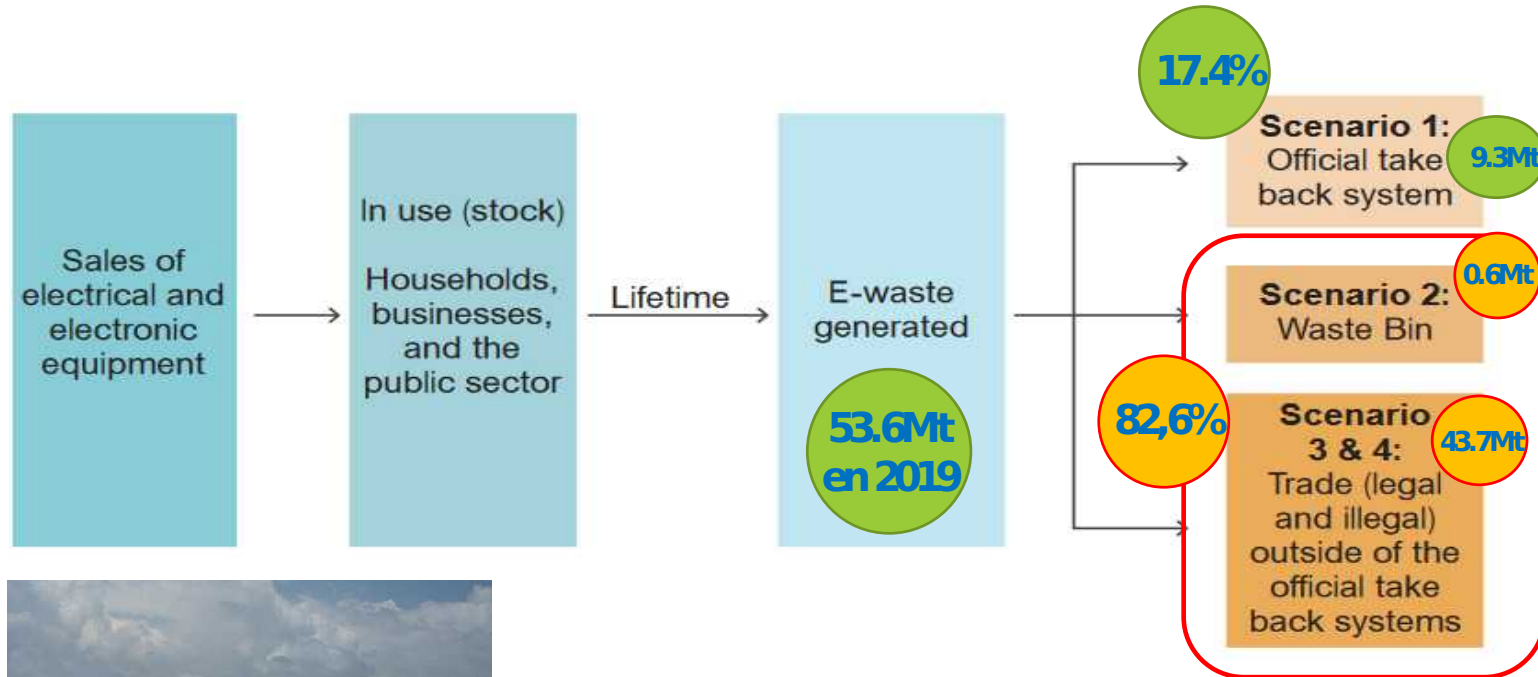
Impacts Directs : DEEE

Petit cours de conversion...
44.7 millions de tonnes
=4500 tours Eiffel



Source : Global E-waste Monitor 2020, Forti, Baldé, Khuer et al, <http://ewastemonitor.info/>

Impacts Directs : DEEE



décharge d'Agbogbloshie, Accra, Ghana

Impacts Directs : DEEE

en France, c'est un poil mieux : 47,5% en 2019

75%
recyclage
matière



Taux de
recyclage

matière
recyclée

2%
réutilisation
tout ou partie



10%
valorisation
énergétique



14%
élimination



Quelques %
à peine

Impacts Directs



<https://ici.radio-canada.ca/info/2019/05/coltan-republique-democratie-congo-mines-enfants/>



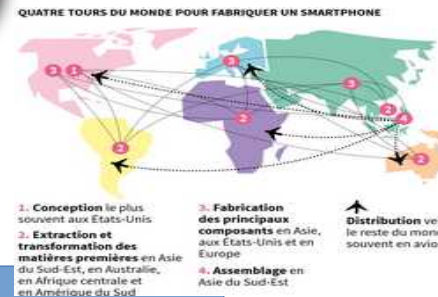
75 MT en 2030



<https://terresdesavoirs.fr/les-impacts-du-numerique-environnement/>



<https://www.novethic.fr - Article>



Matériel : agir au premier niveau

- **Ne pas** produire/consommer
- Offrir le « juste » service en **répondant aux besoins**,
 - ⇒ **Bien dimensionner** son matériel à l'achat,
- Faire **durer** son matériel le plus longtemps possible,
 - **Mutualiser**
 - Donner une x-ième vie à son matériel : **réutiliser**
- Acheter du matériel garantissant des **critères d'achat responsable** (origines équitables, normes, recyclés et recyclables),
- **Open Hardware**
- **Standardisation**
- **Recycler** dans une filière responsable et labellisée

Le logiciel



- **Smartphones : plus d'un million de logiciels par store** mais un sur 4 non utilisé et 59 % utilisés une seule fois
- **Taille d'une application :** De quelques centaines à quelques milliards de lignes de code
- Et encore du **matériel** pour développer & diffuser

Ce qui pose des problèmes :

- Publicité,
- Logiciels mal conçus,
- Logiciels / services numériques « obèses »

Quelques impacts directs

- Consommation énergétique,
- Performances,
- Course matérielle

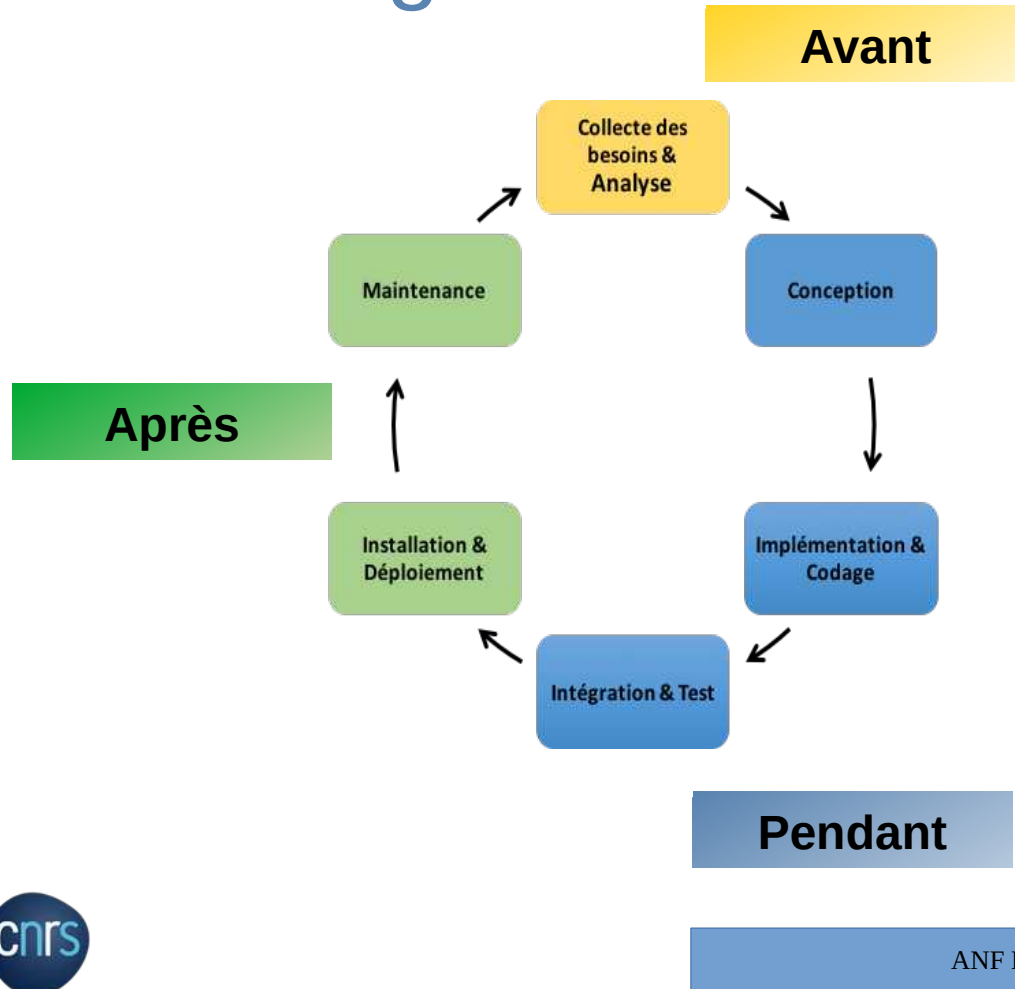
Et indirects

- Manipulations & Addictions,
- Espionnage & Surveillance,
- Expérience utilisateur dégradée



Le logiciel

(merci à Cyrille Bonnamy et Laurent Bourgès pour les slides qui vont suivre :-)



- La piste d'action la plus importante (coté développement) va être de penser à l'**écoconception d'un service numérique**.
- Cela consiste à intégrer des contraintes environnementales dans tous les processus de développement, afin de **réduire les impacts environnementaux du service numérique pendant son cycle de vie**.
- On distinguera 3 phases principales : avant, pendant et après le développement logiciel.

Ecoconception : les grands principes

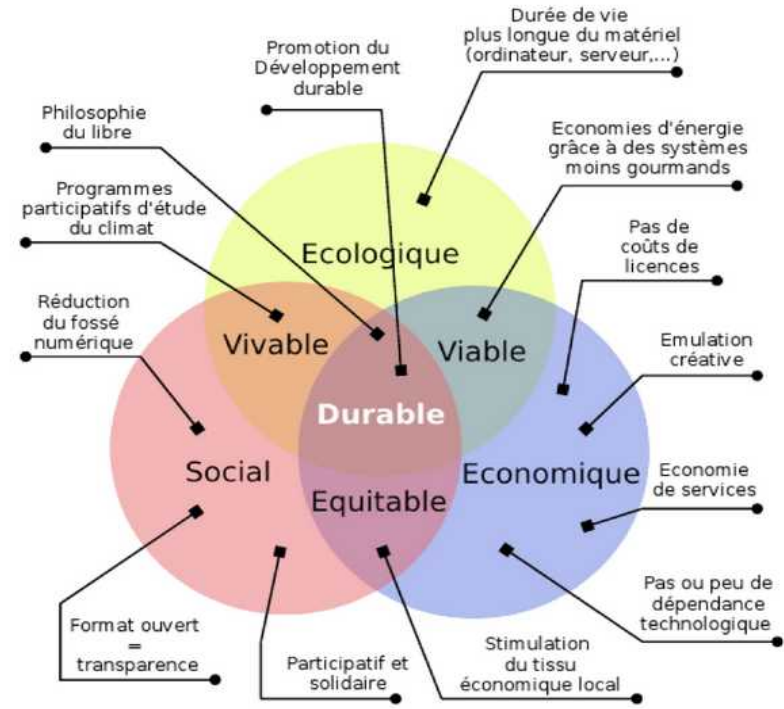
- **Simplicité** : simplifier le logiciel pour éviter les usines à gaz
 - ✓ en termes de fonctionnalités : 70 % des fonctionnalités demandées par les utilisateurs ne sont jamais ou rarement utilisées (Standish Group, 2006)
 - ✓ en termes d'interfaces utilisateurs
- **Frugalité et Sobriété** : limiter le nombre et la taille des éléments (images par exemple). Par exemple, dans un développement web, éviter les pages "obèses" en terme de fonctionnalités et de graphisme.
- **Pertinence** : utilité (le résultat doit répondre à l'attente de l'utilisateur) x rapidité (temps de réponse pour l'utilisateur) x accessibilité (par exemple pour certains handicaps)
- **Durabilité** : réutiliser tout ou partie d'un logiciel permet d'éviter de dupliquer les développements; contribuer pour le bénéfice de la communauté.
- Je développe sous **licence ouverte** afin de faciliter le ré-usage et la reproductibilité.

Avant le développement logiciel

- **Je réfléchis** au nombre de **fonctionnalités justifiées et suffisantes** : éviter l'obésiciel et les usines à gaz
- **Je favorise le libre** : réutiliser des briques logicielles et contribuer aux communs
- **Je réfléchis au déploiement** du service pour m'adapter au contexte en fonction :
 - ✓ Des caractéristiques des plateformes (local, cloud, embarqué, ...)
 - ✓ Des contraintes du service (langages, communications spécialisés, pérennité, lieu d'usage, ...)
- **Je planifie** la gestion du logiciel pour accroître sa durée de vie (SMP = Software Management Plan)
- **Je choisis mon/mes langage(s) et/ou ma pile logicielle** en fonction des compromis acceptables (optimisation du code, expertise et temps passé pour optimiser, tester et mesure les codes)
 - ✓ Langages compilés → traitements lourds, haute performance et temps réel
 - ✓ Langages interprétés : traitements légers, réutilisation, maintenance, durabilité → parfois compilables
 - ✓ Je cherche à paralléliser au maximum
 - ✓ Je peux mélanger les langages suivant les étapes du traitement
 - ✓ Choisir des outils matures et optimisés

Avant le développement logiciel

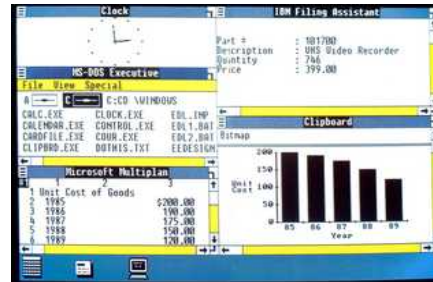
| Time & Memory | Energy & Time | Energy & Memory | Energy & Time & Memory |
|------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|
| C • Pascal • Go | C | C • Pascal | C • Pascal • Go |
| Rust • C++ • Fortran | Rust | Rust • C++ • Fortran • Go | Rust • C++ • Fortran |
| Ada | C++ | Ada | Ada |
| Java • Chapel • Lisp • Ocaml | Ada | Java • Chapel • Lisp | Java • Ch |
| Haskell • C# | Java | OCaml • Swift • Haskell | Swift |
| Swift • PHP | Pascal • Chapel | C# • PHP | Dart • F# • |
| F# • Racket • Hack • Python | Lisp • Ocaml • Go | Dart • F# • Racket • Hack • Python | JavaScript |
| JavaScript • Ruby | Fortran • Haskell • C# | JavaScript • Ruby | Type! |
| Dart • TypeScript • Erlang | Swift | TypeScript | Lua |
| JRuby • Perl | Dart • F# | Erlang • Lua • Perl | |
| Lua | JavaScript | JRuby | |
| | Racket | | |
| | TypeScript • Hack | | |
| | PHP | | |
| | Erlang | | |
| | Lua • JRuby | | |
| | Ruby | | |



Illustrations de l'efficacité énergétique en fonction du langage Rui Pereira et al. : <https://github.com/greensoftwarelab/Energy-Languages>

Pendant le développement logiciel

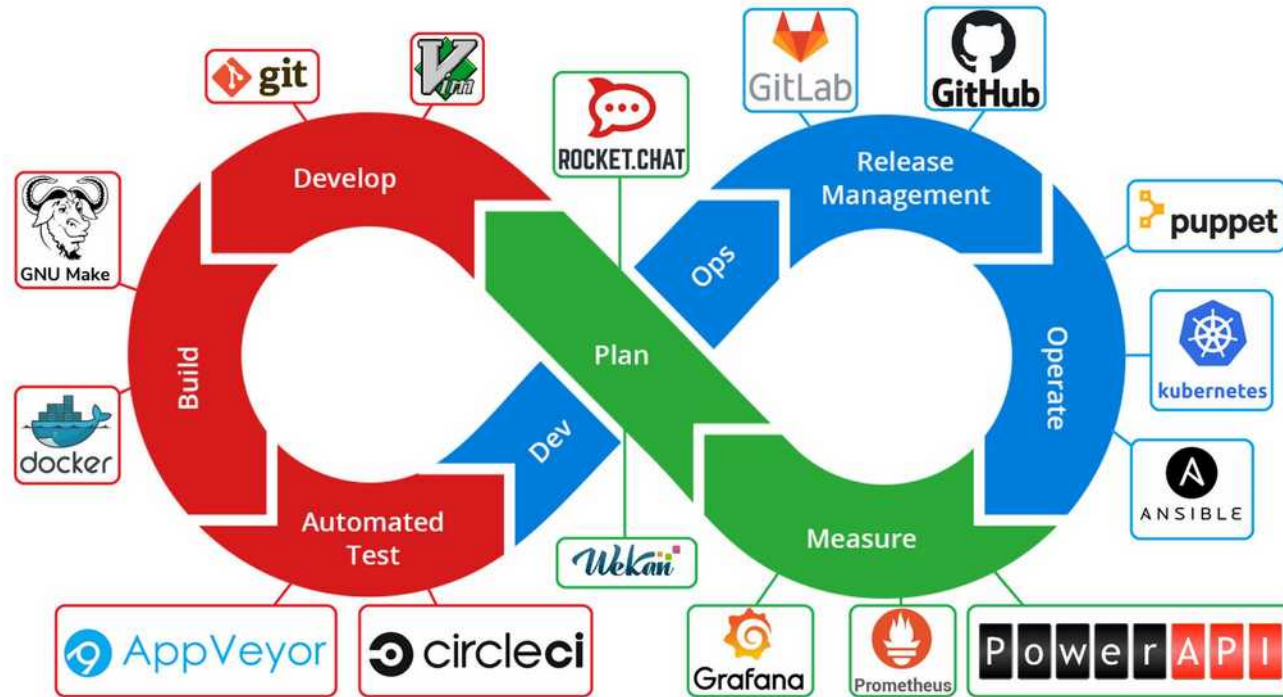
- **J'utilise des outils de versionning** en limitant les binaires et les jeux de données non indispensables
- **Intégration continue** : oui, mais en minimisant les tests, la durée des jobs, le trafic réseau, etc. J'utilise des forges mutualisés.
- De la **documentation utilisateurs et développeurs** !! Notebook ?
- **Je forme et je donne le temps aux développeurs** : on sait faire du code optimisé (moins d'I/O, d'utilisation mémoire, peu ou pas d'allocation dynamique, etc.. un peu... à l'ancienne :-)



Après le développement logiciel

- **Je déploie dans un esprit de sobriété numérique**
 - ✓ hébergement mutualisé et labellisé,
 - ✓ au plus près des données et des utilisateurs,
 - ✓ virtualisation (sauf HPC)
 - ✓ Attention aux effets rebonds tels que la multiplication des machines ou des services même virtuels.
- **En production**, je met en place un **processus d'amélioration continue** : supervisions et alertes, adaptation du service en fonction des usages, réduction de la fréquence et du volume des sauvegardes)
- **Je distribue et je maintiens mon code** en favorisant la durabilité et la simplicité
 - ✓ je dépose le logiciel en un endroit unique et facilement accessible
 - ✓ déclaration auprès de [Software Heritage](#) [11.2]
 - ✓ je réduis la taille des produits logiciels
 - ✓ je rationalise leur nombre et leur fréquence

Le logiciel : approche DevOps



Exemples d'outils utilisés pour l'amélioration continue du service numérique
(source : PNGEgg, adaptée par C. Bonamy)

Le logiciel : agir au premier niveau

Quelques pistes

- Est-ce UTILE ?
- Penser **Open Source, réutilisation, mutualisation**
- Penser **Reproductibilité**
- Penser « **Services numérique sobre** », et donc, penser au-delà du logiciel local.
- Penser **éco-conception logicielle** :



Je code : les bonnes pratiques en écoconception de service numérique à destination des développeurs de logiciels

Exemple d'une démarche d'écoconception

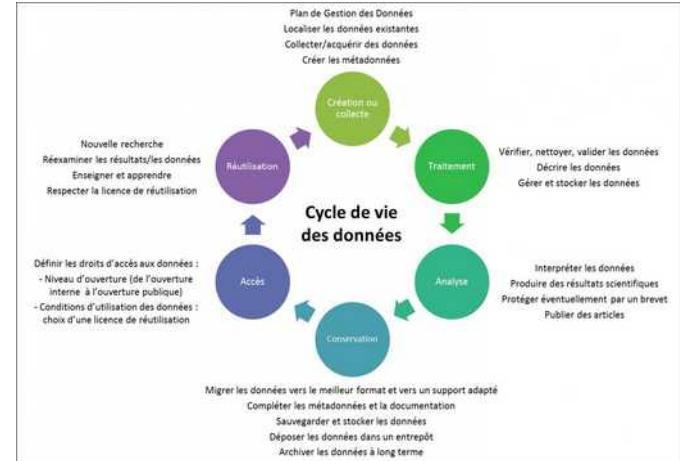
- avant : **maîtriser** le nombre de fonctionnalités, **réutiliser** des briques logicielles, **planifier** la gestion du logiciel...
- pendant : **analyser** son code, **mesurer** les performances...
- après : choisir hébergement **mutualisé, labellisé CoC, local,**
- **Plaquette d'éco conception logicielle d'EcoInfo** : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03009741/>

Les données



Focus données

une approche
« **inhabituelle** » de l'aspect
le plus **immatériel qui est**
pourtant la raison d'être du
numérique et de ses
impacts.



Des impacts à chaque étape
Du Cycle de Vie de la Donnée

La donnée est la raison même de l'existence du matériel et du logiciel qui permettent l'acquisition, le stockage, le traitement et l'archivage ainsi que la réutilisation de ces données, bref, **son cycle de vie**

Les données : c'est important

- La donnée est souvent **précieuse, utile et unique** (trace d'un instant révolu).
- **La donnée « brute » (issue de l'observation) est souvent inutilisable**. Elle doit être traitée, analysée, interprétée, associée à d'autres éléments, et donc, de nouvelles données appelées **méta données** qui la rende utile et utilisable, pérenne, échangeable pour des prises de décisions ou une meilleure connaissance.
- Son **acquisition** (campagnes in situ, satellites, nombreuses heures de calcul, instruments médicaux, sondes sous marines, etc...) est en général **coûteuse tant écologiquement que financièrement**
- Son « **exploitation** » crée de la **connaissance**, de la « **richesse** » ou de la « valeur ajoutée. » La « valeur » de la donnée reste cependant subjective, dépendant de l'usage et de l'utilisateur. L'histoire prouve cependant que la connaissance donne de nombreux avantages et de fait, les entreprises se battent pour récolter de la donnée.

Les données, c'est aussi un outil de pouvoir

- Construction du **savoir**
- & des **connaissances**
- **Outil de pouvoir**

Dataveillance & datapulation

La donnée en **informatique** est la représentation numérisée d'une information physique ou mentale

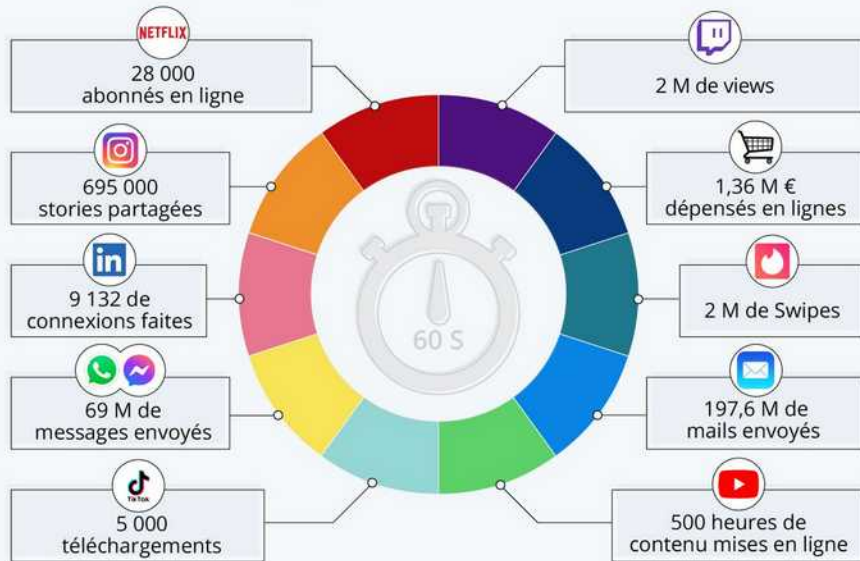
- **Pouvoir** politique, financier et commercial
 - suggestions,
 - influence,
 - manipulations psychologiques (tirant parti de nos biais cognitif:e.g : achat impulsifs vs agir rapidement,
 - Fake news,
- **Addictions** et utilisation du temps de cerveau disponible,
- Analyse des états émotionnels, **profils** psychologiques,
 - **250 likes** suffisent à établir un **profil** précis type « OCEAN »
- Société de **surveillance** (Chine par exemple),
- « Bulle de filtres » (isolement) & **désinformation**

Les données : usages



Une minute sur Internet en 2021

Estimation de l'activité et des données générées sur Internet en l'espace d'une minute



Source : Lori Lewis via AllAccess



statista

Un volume de données en croissance exponentielle, porté par les usages (IA, santé, vidéo) et les progrès technologiques (5G, fibre optique)

GLOBAL APPLICATION CATEGORY TRAFFIC SHARE

| | | | |
|----|------------------|---------------|----------------|
| 1 | VIDEO STREAMING | 60.6%(+2.9) ↓ | 22.2%(-0.1) ↑ |
| 2 | WEB | 13.1%(-3.8) ↓ | 10.3%(-10.6) ↑ |
| 3 | GAMING | 8.0%(0.2) ↓ | 4.9%(+2.2) ↑ |
| 4 | SOCIAL | 6.1%(+1.1) ↓ | 7.6%(+3.8) ↑ |
| 5 | FILE SHARING | 4.2%(+1.4) ↓ | 30.2%(+8.1) ↑ |
| 6 | MARKETPLACE | 2.6%(-1.9) ↓ | 1.6%(-0.2) ↑ |
| 7 | SECURITY AND VPN | 1.6%(+0.2) ↓ | 5.3%(-2.1) ↑ |
| 8 | MESSAGING | 1.6%(-0.1) ↓ | 8.3%(-0.1) ↑ |
| 9 | CLOUD | 1.4%(+0.01) ↓ | 9.0%(-0.3) ↑ |
| 10 | AUDIO STREAMING | 0.4%(-0.5) ↓ | 0.3%(-0.1) ↑ |

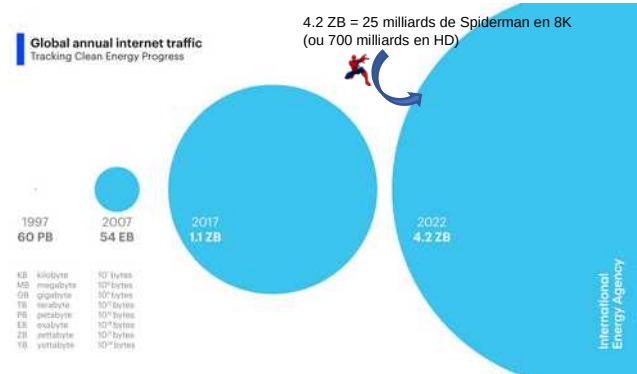
Une petite remarque : Le Mail est absent des 10 premiers usages

Les données : le volume



Un volume de données en croissance exponentielle, porté par les usages (IA, santé, vidéo) et les progrès technologiques (5G, fibre optique)

Flux vidéo ~ 58% du trafic général en download, 80 % de la bande passante tous usages confondus (Article du Shift Project sur **L'insoutenable usage de la vidéo en ligne**)



Source : <https://www.iea.org/>

En 2021, 60 Zo

1 Zo = 1000 Eo → une pile de 1500 milliard de CD-ROM (1,5 milliards de kms, 10 fois la distance terre-soleil)



Quelques impacts directs

- Course matérielle (transport, stockage, traitement)
- Consommation énergétique (stockage, transport)

Et indirects

- Dataveillance,
- Datapulation,
- Enjeux de pouvoir



Les données : agir au premier niveau

- Penser **sobriété** dans l'usage et le déploiement des solutions :
 - limiter les volumes traités, stockés et échangés.
 - Questionner les volumes **archivés** et **sauvegardés**
 - Sensibiliser aux enjeux sur les données
- Adopter les solutions **institutionnelles SANS les multiplier**
 - Se « dé-gafa-miser »
- Limiter le streaming & la résolution des vidéos
- Limiter la publicité, **uBlock** : <https://ublockorigin.com.fr>)

Les données : agir au premier niveau

- **Science et données ouvertes (Open Science & Data)** et les principes **FAIR**
 - méta-données (traçabilité, curation),
 - formats standardisés et binaires,
 - durée de vie
- **DMP (Data Management Plan) et « Data Paper »**

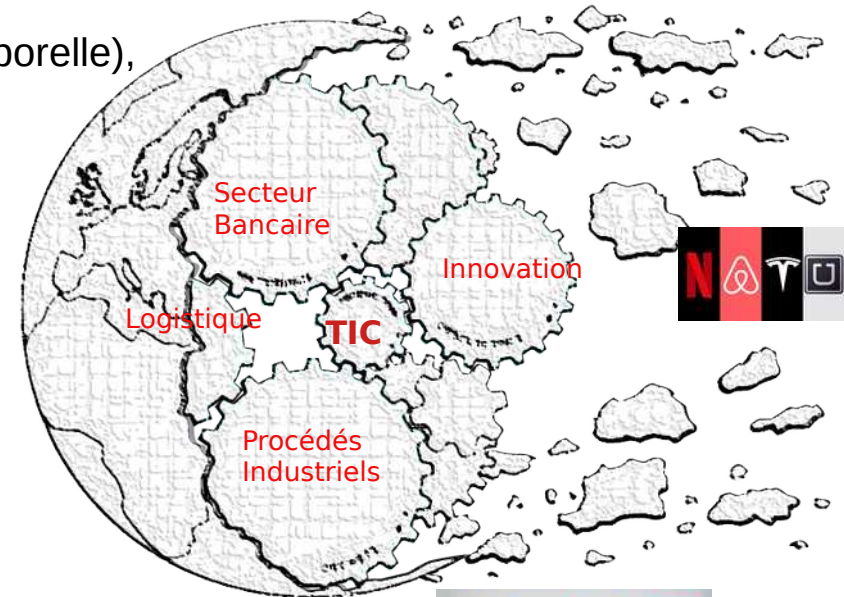
Les impacts indirects

Environnement et société

- ✓ **Accélération** (flux, finances, marchandises : compression temporelle),
 - ✓ **Obsolescence** rapide (programmée... ou non),
- ✓ **Globalisation & Dépendances** accrues
 - ✓ **Plus grande complexité** de nos sociétés : stabilité ?
 - ✓ **Rapports de force** en faveur des grands groupes privés
- ✓ Un exemple d'échec : la **dématérialisation**
- ✓ **Fracture** numérique,
- ✓ Optimisation & **efficacité**,

Effet Rebond ou paradoxe de Jevons

- ✓ Annihilation des gains d'efficacité par une croissance de l'usage ou des usages délétères



Impacts sociaux et humains



Impacts sur l'individu :

- **Concentration** : les études de Gloria Mark, chercheuse à l'Université de Californie Irvine, montrent qu'après avoir été **interrompu**, il nous faudrait parfois **jusqu'à 23 minutes pour arriver à nous reconcentrer** sur notre travail.
- **Syndrome de Fatigue Informationnelle (IFS)** : une conséquence est l'incapacité à faire le tri face aux informations à traiter (https://en.wikipedia.org/wiki/Information_overload)

Addiction :

- Utilisation de nos faiblesses cognitives pour renforcer **l'addiction** aux réseaux sociaux : exemple : les jeux et les système de micro récompenses, les réseaux sociaux et le scrolling infini.



Questions éthiques : une vision plus systémique

Éthiques, des questions innombrables

- Monopole Radical (Ivan Illich) : Monopole induit d'une ou plusieurs marques visant à modifier, contrôler et à terme contraindre des populations à modifier radicalement (d'où l'épithète « radical ») leurs habitudes quotidiennes notamment en restreignant leurs choix et leurs libertés.
- Interroger la notion même de progrès (Sophie Wahnich, François Jarrige)
- Neutralité technologique,
- Dataveillance & datapulation,
- Dilution de la vie privé et publique (CNIL, Quadrature du Net)
- Fake news, orientation des populations (pouvoir de l'IA)



Le sujet de l'IA

Team Jorge



- Le sujet de l'IA et notamment de ses récents développements cristallise et concentre de nombreux éléments d'interrogation :
 - La consommation énergétique notamment liée à l'entraînement des IA
 - L'utilisation de ressources humaines à « bas coût » pour l'entraînement des IA
- Les impacts sociétaux : Législation ?
 - Usage militaire (armes autonomes)
 - Conception d'êtres vivants via des utérus artificiels,
 - Surveillance de masse
 - Deep Fake, éducation, manipulation
 - Report des biais cognitifs en fonction des jeux de données utilisés



<https://siecledigital.fr/2020/10/08/lois-intelligence-artificielle-ethique-europe/>

<https://www.radiofrance.fr/franceinter/story-killers-derriere-un-journaliste-de-bfmtv-une-societe-de-desinformation-israelienne-3969106>

Le sujet de l'IA, un peu d'actualité



- Quelques exemples :
 - Les **doubleurs menacés** par l'IA générative & Pourquoi l'intelligence artificielle inquiète-t-elle les **scénaristes** ?
 - Grâce à ChatGPT, il transforme sa petite amie en une **intelligence artificielle**, et il montre comment faire.
 - À Roland-Garros, grande première pour **l'appli** contre le cyberharcèlement : « Il ne faut rien laisser passer »
 - Paris 2024 : la **surveillance massive et «intelligente»** entérinée pour les Jeux olympiques
 - L'UE accélère la cadence pour devenir la référence mondiale dans la **réglementation** de l'IA

Quelques actions de premier niveau

- Adopter les bonnes pratiques liées aux données qui sont au cœur de ces impacts sociaux et humains.
- Un cran plus haut : Réfléchir au sens de ses activités → Atelier SenS de l'INRIA

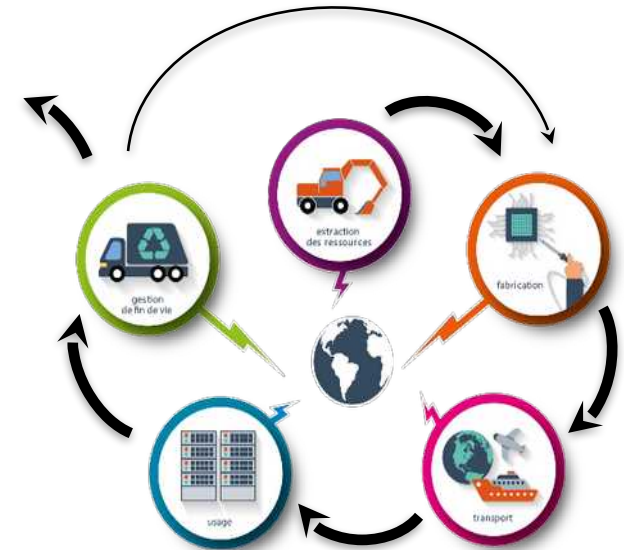


Thématiques du GDS



Sans surprise, on retrouve les thématiques du GDS : le numérique et ses impacts environnementaux sont à la croisée de **nombreux champs interdisciplinaires** :

- Le **numérique au sens large** : les données, le logiciel et le matériel, mais aussi les infrastructures et les usages
- Le **cycle de vie du numérique** : extraction (ressources non renouvelables et notamment métaux) et fabrication, transport, usage, fin de vie (déchets DEEE ~ 50 millions tonnes /an en 2021, recyclage)
- **Énergie** (10 % de l'énergie électrique mondiale),
- Aspects **sociaux** et développement durable au sens large.



Le numérique, c'est concret

5 milliards de **personnes** connectées



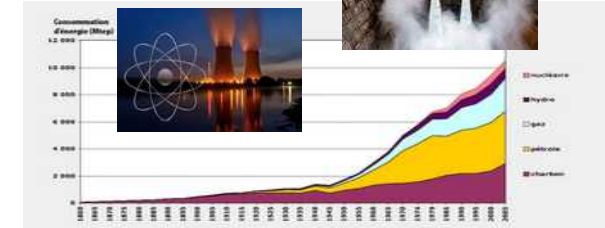
La Chine a produit 1.8 milliards de smartphones en 2018 (Statista)



20 milliards d'objets connectés en 2013 (Statista), 30 milliards en 2023



Des ressources



et aussi de l'énergie pour faire fonctionner tout ça...

Les freins

Mais pourquoi diable ne réagissons nous pas plus fortement à la situation ?



<http://lapausephilo.fr/2020/06/17/deep-fake-allegorie-caverne-platon/>

Les freins

Mais pourquoi diable ne réagissons nous pas plus fortement à la situation ?



Juste quelques pistes pour commencer à réfléchir :

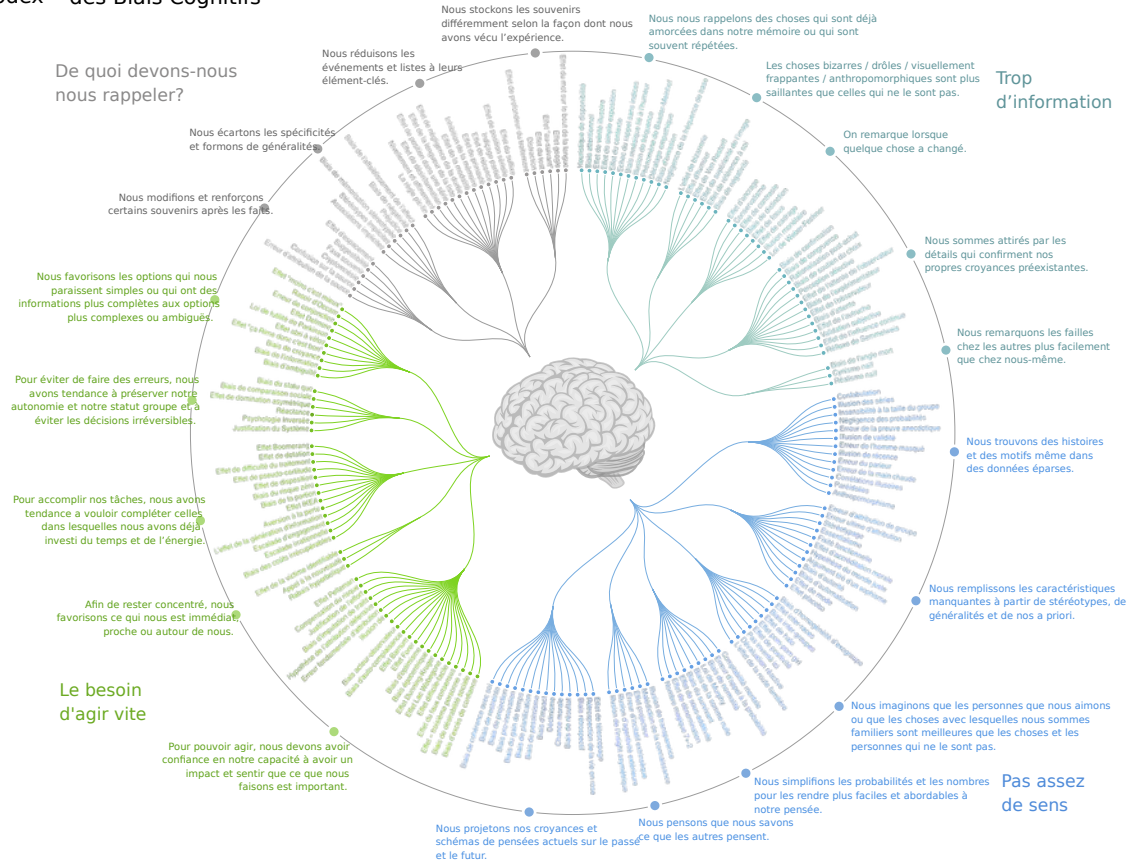
Des freins biologiques / individuels

- Le « **Bug humain** » : un cerveau inadapté à l'abondance ? Manger, se reproduire, acquérir du pouvoir, avec le moins d'efforts et en ayant le plus d'informations possible (Thierry Ripoll, Sébastien Bohler)
 - *Attention au naturalisme et à la simplification, un regard intéressant mais réducteur et individuel qui ne prend pas assez en compte le poids de l'influence sociétale et l'échelle politiques de la crise environnementale actuelle.*
- Les **Biais cognitifs** : « distorsion » (en vrai, adaptation normale) dans le traitement cognitif d'une information, « déviation systématique » de la pensée logique et rationnelle par rapport à la réalité.



Les biais cognitifs

Codex des Biais Cognitifs



© Creative Commons Attribution-ShareAlike

Concept et catégorisation par Buster Benson – Design par John Manoogian III

ANF ENVOL

Application au numérique

- La transcription des biais cognitifs dans le monde du numérique :
 - Utilisation des mécanisme d'action/récompense (partage-vue/likes)
 - Dark pattern : un type de design d'interface dont le but est d'orienter notre choix ; à mi chemin entre l'optimisation et la manipulation



Application au numérique

Tristan Harris, ancien Philosophe produit chez Google et créateur du mouvement « Time Well Spent » a déclaré :

- *« La technologie détourne la façon dont nous percevons nos choix et les remplace par de nouveaux choix. Mais plus nous prêtons attention aux options qui nous sont données, plus nous remarquerons qu'elles ne correspondent pas à nos besoins réels. »*
- *The major problem in technology isn't privacy, it's misalignment with our innate psychological vulnerabilities. As E.O. Wilson said, "**The problem of humanity is... We have paleolithic emotions; medieval institutions; and god-like technology** »*

**DON'T BE
EVIL***

***Unless It's Profitable**

Google

Google Bargains Away Net Neutrality Alphabet team
Lynne Parker

Google Search · Don't Feelling Lucky

Des freins sociaux

- **L'économie de l'attention** : retenir le maximum du « temps de cerveau disponible » et monnayer les profils psychologiques des utilisateurs
- **Tout, tout de suite ou l'idéologie de l'immédiateté** : le numérique aggrave nos travers
- Utilisation de la méthode scientifique pour **détourner l'attention** ou le **greenwashing** dans toute sa splendeur :-)) : Total vs le changement climatique, fabricants de tabacs, etc.



<https://mbamci.com/economie-de-l-attention-et-design-dattention-1-2-avons-nous-perdu-notre-liberte-de-nous-concentrer/> & <https://www.reseau-canope.fr/la-course-a-lattention/regards-croises/economies-et-captation-de-lattention.html> & Reportage « La Fabrique de l'ignorance »

D'autres freins

- Les températures extrêmes (froides ou chaudes) semblent corrélées à l'augmentation des comportements agressifs, haineux ou discriminatoires
- **Soumission à l'autorité** (expérience de Stanley Milgram)
- **Rien faire ou se donner des chocs électriques ?** (expérience de Timothy Wilson)



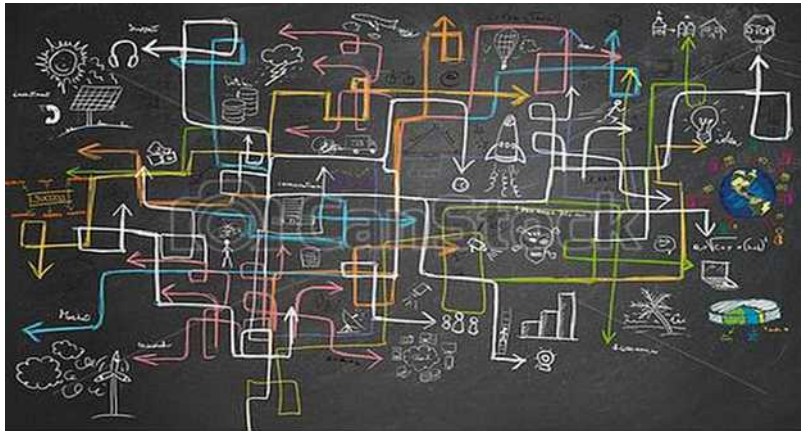
<https://www.flaticon.com/fr/auteurs/jocularityart?type=sticker>



[https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(22\)00173-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(22)00173-5/fulltext) &
<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2204076119> &
https://www.scienceshumaines.com/je-m-ennuiesi-je-m-electrocutais_fr_33192.html &
<https://misterfanjo.com/index.php/2018/07/24/mp09-lexperience-de-milgram/>

La complexité : un frein ?

“c’est trop compliqué”



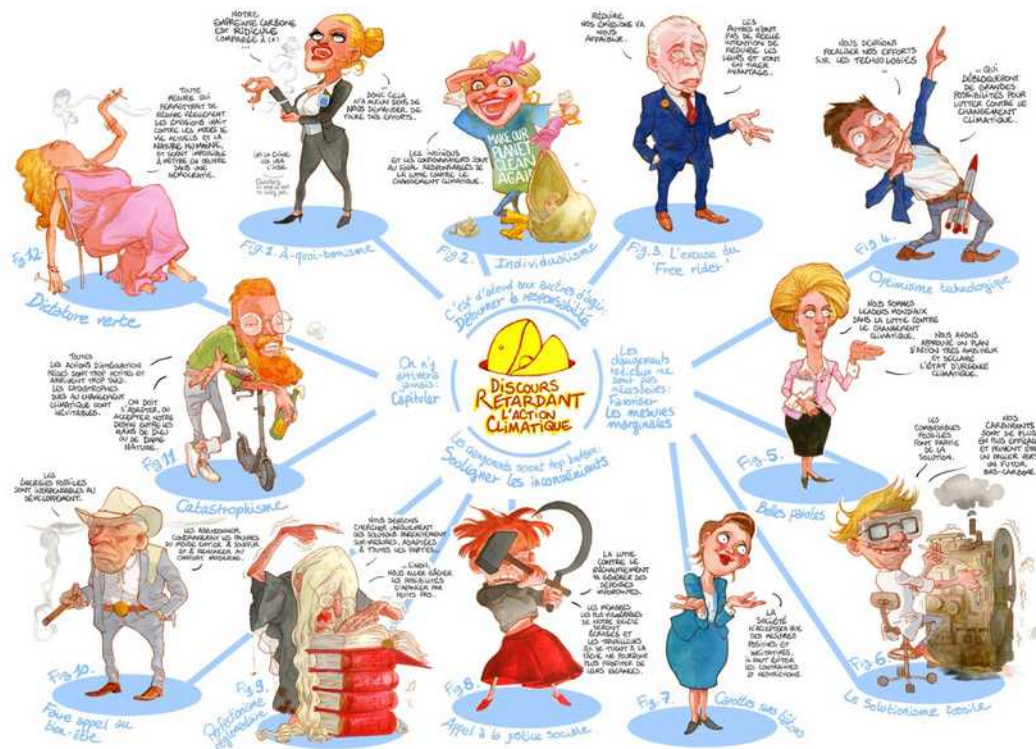
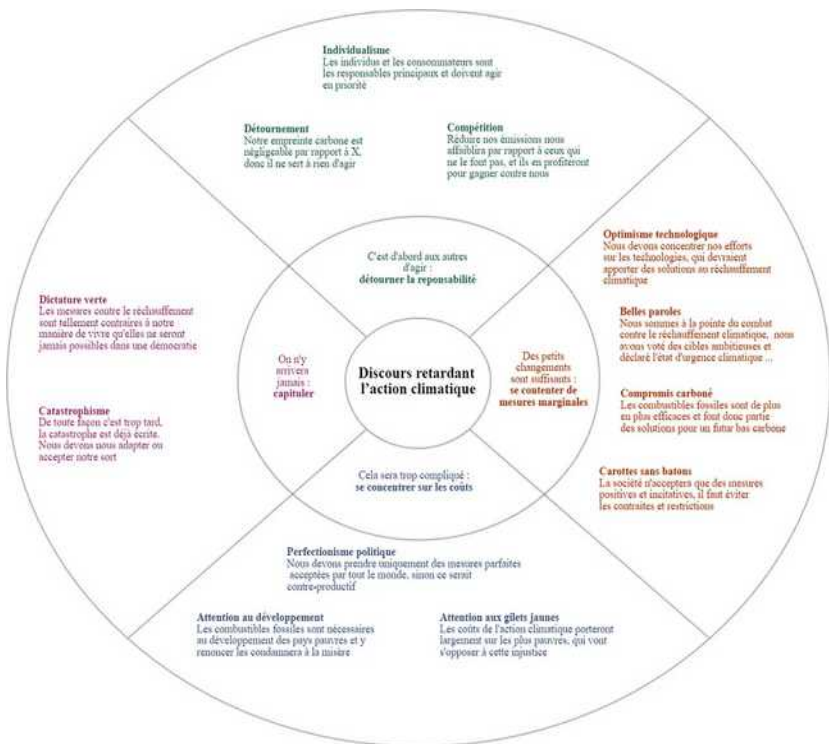
© Can Stock Photo - csp24978474

Paul Valéry : « ce qui est simple est toujours faux, ce qui ne l’est pas est inutilisable. »

- La complexité représente pourtant “**une fausse bonne excuse**”.
- La complexité donne la possibilité d’**accéder à un horizon plus large d’alternatives**, ce qui nous permettrait non pas de nous abstenir, mais nous pousserait au contraire à œuvrer de façon **avisée**.
- **Comprendre les problèmes** demande de développer une **pensée complexe** et de **refuser le réductionnisme** → passage d’une pensée unidimensionnelle à une pensée multi dimensionnelle.
- **Refuser de penser avec son seul point de vue** (point de vue partial vs autres points de vue : « **le point de vue c’est surtout la vue d’un point** »).

Les 12 excuses de l'inaction

https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/7B11B722E3E3454BB6212378E32985A7/S2059479820000137a.pdf/discourses_of_climate_delay.pdf



ANF ENVOL

<https://bonpote.com/climat-les-12-excuses-de-linaction-et-comment-y-repondre/#comments>



Illustration: Anne-Laure et al.

Les 12 excuses de l'inaction

- « **C'est trop tard** »
 - ✓ *Oui, pour éviter les dégâts, non, pour vivre encore dans un monde soutenable*
 - ✓ *Plus nous attendons, plus les dégâts seront graves*
- « **Le changement est impossible** »
 - ✓ *Un beau contre exemple : la crise sanitaire*
- « **Le changement doit surtout être fait par les individus** »
 - ✓ *Les problèmes sont **systemiques** → **changements structurels et non individuels***
- « **C'est d'abord aux autres d'agir** »
 - ✓ *Les Chinois par exemple ? Certes... mais les Chinois sont l'usine du monde*
 - ✓ *Et l'**exemplarité** reste un bon modèle à mettre en place -)*
- « **Si nous le faisons, d'autres vont profiter de nous** »
 - ✓ *alors même que atténuation et adaptation vont pourtant nous permettre une plus grande résilience si on anticipe la situation qui nous attend plutôt que de la subir.*
- « **L'optimisme technologique** »
 - ✓ *Un pari risqué.....*

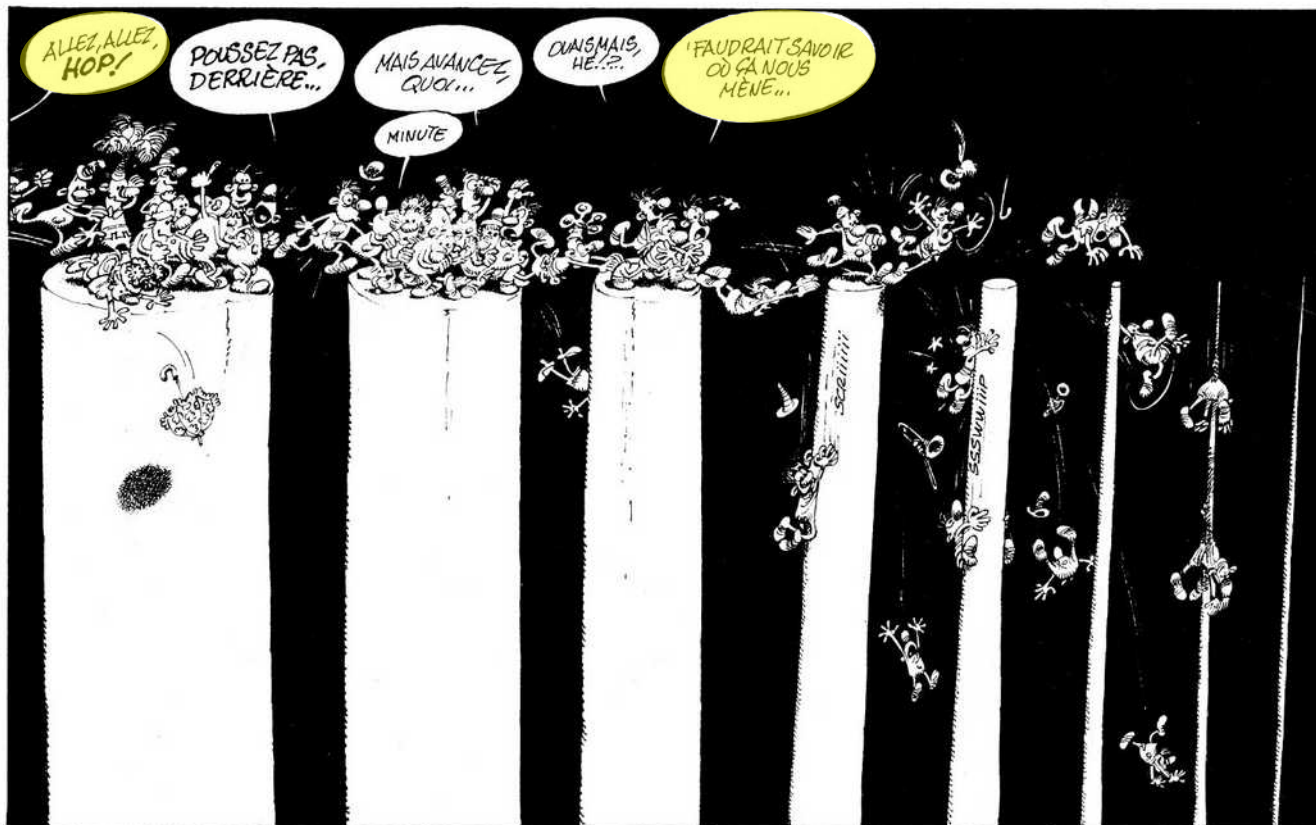
Les 12 excuses de l'inaction

- **« Des paroles.. peu d'actes »**
 - ✓ *Des discours enflammés de mesures historiques bien peu suivi d'effets*
- **« L'efficacité énergétique »**
 - ✓ *Oui, mais l'effet rebond (Paradoxe de Jevons) veille ... :-)*
- **« Il faut compter sur le volontariat sans restreindre ni interdire »**
 - ✓ *no comment....*
- **« le perfectionnisme réglementaire »**
 - ✓ *Il y aura TOUJOURS des déçus, ce qui n'est pas une excuse pour ne pas agir par clientélisme électoral.*
- **« Abandonner les énergies fossiles, c'est abandonner les pauvres »**
 - ✓ *Le PIB et la croissance comme seul indicateur d'une société saine est la pire maladie que nous supportons aujourd'hui.*
- **« le coût des mesures pour le climat va réduire la justice sociale »**
 - ✓ *alors même que l'injustice sociale va en croissant tandis que le regard rivé sur les indicateurs économiques (PIB et croissance), le système actuel à creusé les inégalités sociales à un niveau inégalé dans l'histoire → La décroissance à ainsi pour objectif d'augmenter l'autonomie (tempérance, autogestion et démocratie directe) , la suffisance(justice distributive) et la care (non exploitation, non violence, solidarité humains et animaux) au nom de la soutenabilité, de la justice sociale et du bien être.*

Mais où, et comment agir ?



Pour éviter ça....



Franquin

Agir

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple ni toute faite,

Agir

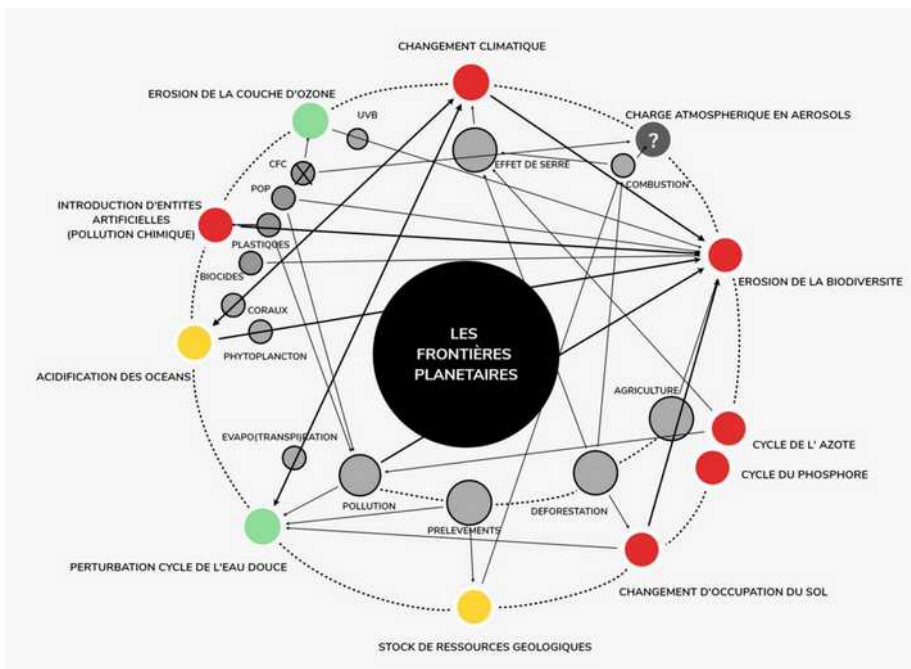
Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple ni toute faite,

⇒ accepter que nous sommes en face d'éléments qui interagissent entre eux et qu'il faut développer un regard systémique pour mieux appréhender la situation

La situation est complexe

Ne pas simplifier sans travailler sur la **complexité** des situations, ne pas raisonner en silo isolés : **pensée complexe versus le modèle disjonctif de Descartes ?**



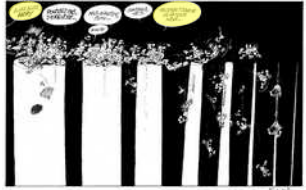
Source : <https://exnatura.org/tour-dhorizon-des-limites-planetaires/>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Pens%C3%A9e_complexe

Agir

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple, accepter la complexité



• Réfléchir



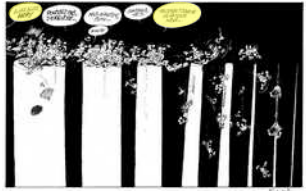
• Ralentir



Agir

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple, accepter la complexité



• Réfléchir



• Ralentir



Mais ... attention...

Réfléchir
c'est commencer à
Désobéir

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple, accepter la complexité

Ralentir pour mieux réfléchir

Ne pas... →



Agir

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple, accepter la complexité

Ralentir pour Réfléchir

Refuser, Réduire, Réutiliser, Recycler & Rendre à la terre

- **Sobriété : satisfaire nos besoins essentiels** et sans en créer de nouveaux. La sobriété (numérique) est une démarche qui consiste, dans le cadre d'une réflexion individuelle et collective (et donc **systemique**), à questionner le besoin et l'usage des produits et services (numériques) dans un objectif **d'équité et d'intérêt général**. Cette démarche vise à concevoir, fabriquer et utiliser les équipements et services (numériques) en tenant compte des **besoins sociaux fondamentaux et des limites planétaires**.

Agir

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple, accepter la complexité

Réfléchir & Ralentir

Refuser, Réduire, Réutiliser, Recycler & Rendre à la terre

Sobriété

- **Low Tech** : Une technologie sobre, **résiliente, robuste**, facile à maintenir, ayant peu de dépendance, facile à comprendre, réparable, locale, un véritable défi pour l'ingénierie

Agir

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple, accepter la complexité

Ralentir pour bien Réfléchir

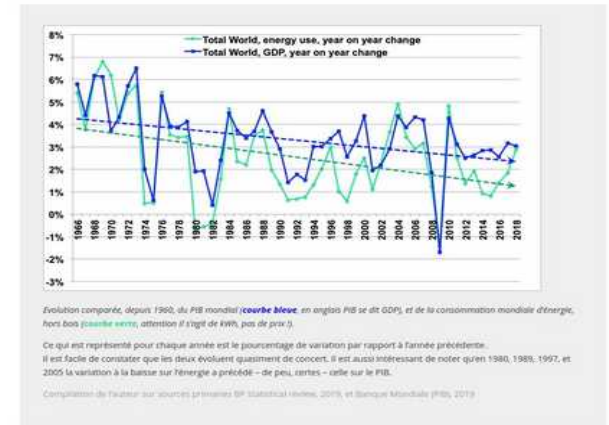
Refuser, Réduire, Réutiliser, Recycler & Rendre à la terre

Sobriété, Low Tech

Décroissance ? Le découplage de la croissance économique de la consommation des énergies fossiles est un leurre en l'état.

⇒ **changer nos indicateurs, de numériser ce qui peut l'être**

- Abandonner l'idée que « plus, c'est toujours mieux »
- Viser la **robustesse** et la **résilience** au lieu de la **performance**
- Interroger nos objectifs et le sens de nos activités : atelier SEnS de l'INRIA (<https://sens-gra.gitlabpages.inria.fr/atelier-impacts-recherche/accueil.html>)



Agir

Mais où, et comment agir ?

- Accepter et intégrer la **complexité : pensée complexe ?**
- **Ralentir** pour bien **Réfléchir** avant d'agir face à l'urgence environnementale....
- Refuser, Réduire, Réutiliser, Recycler & Rendre à la terre, les **5R**
- **Sobriété, Low Tech**
- **Décroissance**, résilience et robustesse : donner du sens & changer nos indicateurs

Agir pour une organisation

- Le poids de l'action des organisations est bien plus puissant que les actes individuels (étude de Carbone 4 sur la part individuelle et la part collective),
- Les établissements d'enseignement et de recherche ont un rôle spécifique car ils **transmettent** également des **valeurs** et sont un **exemple** des possibles.

FAIRE SA PART ?

POUVOIR ET RESPONSABILITÉ DES INDIVIDUS, DES ENTREPRISES ET DE L'ÉTAT FACE À L'URGENCE CLIMATIQUE



QUELLES ACTIONS POUR L'INDIVIDU ?



Une réduction qui correspond à 1/4 de l'effort nécessaire pour faire passer l'empreinte carbone de 11 à 2 tonnes de CO₂ équivalent par an.

ET LA PART RESTANTE ?



Sur les 80% de baisse nécessaires, 60% ne pourront être réalisables que grâce à une impulsion politique et collective.



Pour que l'empreinte carbone des Français diminue, les entreprises et l'État doivent donc aussi se transformer en profondeur.

Source: étude Carbone 4 (juin 2019) - www.carbone4.com



Agir ; le soutien légal

- **Loi REEN (15 Novembre 2021):**
 - **Faire prendre conscience** de l'impact environnemental du numérique : Formation à partir de la rentrée 2022 pour tous, éco conception, Rapport Jouzel
 - **Limiter le renouvellement** des appareils numériques
 - **Favoriser des usages numériques écologiquement vertueux**
 - Promouvoir des centres de données et des réseaux moins **énergivores**
 - Promouvoir une **stratégie numérique responsable** dans les territoires

Agir : quelques piste complémentaires

- **Réfléchir et Ralentir**

- Déployer ou Intégrer des Groupes de **travail transversaux** et penser au-delà du numérique
- **Donner du temps** et valoriser l'implication des personnes sur ces thématiques
- **SE FORMER**

- **Interroger le sens de nos activités**

- (ateliers SEnS de l'INRIA par exemple) et intégrer cette dimension dans les projets

- **Penser éco conception et « ouverture »**

- Pour le matériel (open hardware),
- Les logiciels (licence open source)
- Et les données (FAIR & Open Data)

- **Penser « standardisation »**

- Pour le matériel, le logiciel et les données

Agir : élargir

- **Interroger la notion de Progrès**

- Dans quel monde souhaitons nous vivre ? Pour nous, et nos descendants ? (Historien : François Jarrige)

- **Interroger la notion de transition**

- L'histoire ne montre aucun trace de transition (Baptiste Fressoz)

- **Interroger nos indicateurs**

- Le PIB, un indicateur à revoir (Thimothée Parrique)

Agir : élargir

Intégrer et s'approprier dans son domaine les objectifs de
Développement Durable de l'ONU



Agir : les dangers

GIEC 2025

Attention aux dangers face à des délais qui se resserrent

- Techno solutionnisme : délais de déploiement, nouveaux problèmes, effet rebond
- Efficacité \Rightarrow effet Rebond
- Les freins à l'action



■ Agir : quelques piste complémentaires

Rejoindre EcoInfo :-)



Conclusion : élargir sa pensée



Refuser, Réduire, Réutiliser,
Recycler, Rendre à la terre



Tendre vers : **robustesse et résilience, simplicité, polyvalence**, être en phase avec les limites environnementales, déconnexion du système dominant, imaginer des solutions sans numérique

Réfléchir pour arrêter de raisonner en « silos » : **pensée Complexe**



Ralentir : « La vie n'est pas une course »



Sobriété & low tech



Faire Sa Part



Pour atteindre les 25 %

<https://science.sciencemag.org/content/360/6393/1116.full>
<https://usbeketrica.com/fr/article/une-minorite-de-25-suffirait-pour-faire-basculer-l-opinion>

Merci :-)



« Le peu qu'on peut faire, le très peu qu'on peut faire, il faut le faire. »

Théodore Monod



"Soyons le changement que nous voulons voir dans le Monde", Gandhi



Sites WEB

Quelques sites web

- **Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet** (<https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855>)
- **Jean Marc Jancovici** (<https://jancovici.com/>)
- **La sixième extinction**
- **Le climat en questions**
- **Évaluation des impacts environnementaux de l'informatique** : Quels outils ? Quelles limites ?
- Une **infographie** sourcée
- **Adaptation** du vivant
- **EcoInfo** (<https://ecoinfo.cnrs.fr>)
- **ADEME** (<https://www.ademe.fr/>)
- **Ouvrir la Science**
- Et tous les sites de qualité, les organismes de recherche, la presse de qualité écrite ou radiophonique, les associations (exemple : **WWF**)
- Suivre les évolutions législatives : Site du **Sénat**
- **Bon Pote**, un site de qualité sur les changements planétaires (en collaboration avec l'INSU) (<https://bonpote.com/>)
- **Observatoires de l'ONU** :
 - **GIEC** (The Intergovernmental Panel on Climate Change),
 - **IPBES** (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services),
 - **IRP** (groupe international d'experts sur les ressources)
- **Objectifs** Développement Durable de l'ONU (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>)



Lectures

