



19^{ème}

ÉCOLE INTER-ORGANISMES

QUALITÉ ET RESPONSABILITÉ SOCIÉTALE

EN RECHERCHE ET EN ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

du 13 au 15 Septembre 2021

Numérique & développement Durable : compatibles ?

de Didier Mallarino Didier Mallarino – UMS/OSU Pythéas,
présenté avec Sylvie Le Bras - UMR 7265 CEA CNRS Aix-Marseille Université (BIAM)

Une société bâtie sur du sable



Le Numérique ? une immatérialité qui impacte

mis à disposition selon les termes de la [licence Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Qui sommes nous ?



Didier Mallarino

- IR CNRS depuis 2002, UMS/OSU Pythéas
- Localisation : Université de Toulon, MIO
- Activités : portail des données de l'OSU, SIP, et projets Scientifiques (HTMNET, Radar HF, EMSO principalement)
- Réseaux : SIST, CESAR, ProDev
- Co-Directeur GDS EcoInfo

Sylvie Le Bras

- Ingénieur Qualité , Environnement, Archive-age numérique du BIAM depuis 2005
- 2021/2022 Assistante projet « gouvernance des données » auprès du Chief Data Officer (mise à disposition pour un an)

- **EcolInfo** : création en **2006** ; **GDS** en **2012**.
- EcolInfo est soutenu par le **CNRS** par 2 de ses : **l'INS2I** (Informatique) et **l'INEE** (écologie et environnement).
- Ce sont presque **60 ingénieurs, enseignants, enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants** des secteurs de l'ESR en France qui travaillent autour d'un **objectif commun** :



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

Les chiffres



« Les grandes personnes aiment les chiffres. Quand vous leur parlez d'un nouvel ami, elles ne vous questionnent jamais sur l'essentiel. Elles ne vous disent jamais : Quel est le son de sa voix ? Quels sont les jeux qu'il préfère ? Est-ce qu'il collectionne les papillons ? Elles vous demandent : Quel âge a-t-il ? Combien a-t-il de frères ? Combien pèse-t-il ? Combien gagne son père ? Alors seulement elles croient le connaître. »

Antoine de Saint-Exupéry , Le petit prince

- Le contexte général (ou pourquoi il faut agir?)
- Le numérique, c'est virtuel ?
- Les outils de compréhension : ACV, Effets directs, indirects et rebonds
- Les axes pour agir
- L'Homme et les freins à l'action
- Conclusion

Contexte

- Les changements globaux s'accélèrent depuis une centaine d'années.
- Les causes sont très largement humaines et en partie liées à la croissance démographique (+2,64 personne chaque seconde, source : <https://www.ined.fr/>), nos modes de consommation et de production : agriculture intensive, produits chimiques, alimentation (trop) carnée, combustion des énergies fossiles pour le confort domestique, le transport, l'agriculture et la production d'énergie (JM Jancovici).



<http://ecohumanite.canalblog.com/archives/2019/11/10/37779007.html>

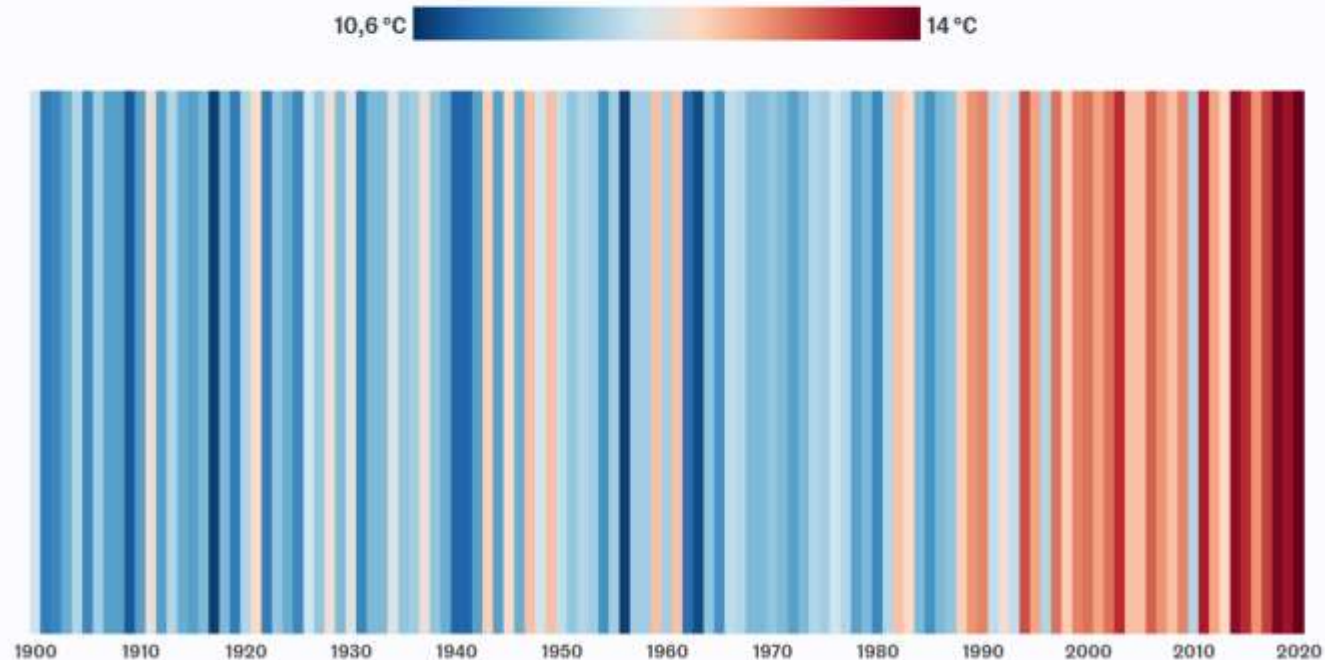
<https://www.ined.fr/>

<http://www.museedelhomme.fr/fr/aller-plus-loin/dossiers/77-milliards-dhumains-2019-sommes-nous-trop-nombreux-terre-4058>

Climat : quelques éléments récents

« parmi les dix années les plus chaudes depuis 1900, sept appartiennent à la décennie 2010-2020 »

Ce graphique représente l'évolution de la température moyenne par an en France métropolitaine sur une période de 120 ans, de 1900 à 2020. Il indique également l'écart aux normales (soit 11,8 °C, calculée à partir de la moyenne des températures de 1981 à 2010).



https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2021/01/06/visualisez-le-rechauffement-climatique-en-france-et-dans-votre-ville-avec-nos-barres-de-rechauffement_6065388_4355770.html

Climat : quelques éléments récents



+1.25°C en 2020 ; +1.5°C prévu pour 2024 et +2°C en 2040

2020 : Après le record de 18.3°C enregistré le 7 février en Antarctique argentine, le 9 février, la barre symbolique des 20°C a été dépassée dans la région antarctique, rapporte le Guardian.

2021 : À Naryan-Mar, située à 67.6 °N de latitude, à 110 km de la mer de Barents, on a mesuré 31,9 °C. Cette température record se hisse 26 degrés au-dessus de la moyenne climatologique de températures maximales pour un 20 mai, qui est d'environ 6 °C à Naryan-Mar (source Météo France)

Les années les plus chaudes dans le monde

Classement ↕	Années ↕	Température au-dessus par rapport à la normale ▾
1 ^{er}	2016	+ 1,26 °C ⁵³
2 ^e	2019	+ 1,22 °C ⁵³
3 ^e	2017	+ 1,1 °C ⁵⁴
4 ^e	2015	+ 1,1 °C ⁵⁴
5 ^e	2018	+ 1 °C ⁵⁴
6 ^e	2014	+ 0,69 °C ⁵⁵
7 ^e	2010	+ 0,53 °C ⁵⁶
8 ^e	2013	+ 0,50 °C ⁵⁷

La « normale » est relative à la moyenne de la températures de l'ère préindustrielle

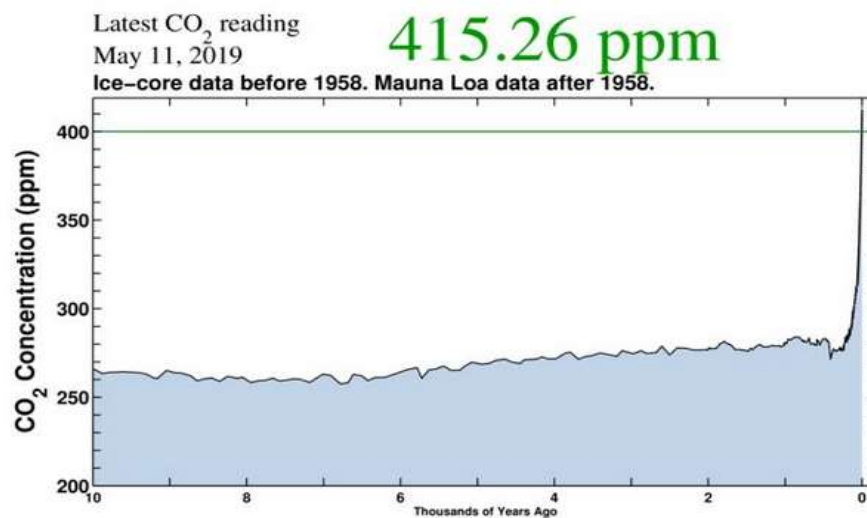
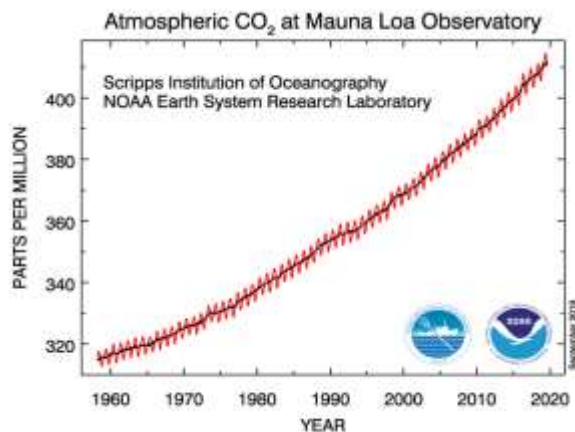
L'année 2020 à été l'année la plus chaude toutes moyennes confondus.

L'Europe a enregistré des températures de 3,1 °C supérieures à la moyenne de la période de référence 1981-2010. Dans la partie nord-est de l'Europe (Scandinavie et une partie de la Russie notamment), le différentiel a même dépassé les 6 °C.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Records_de_temp%C3%A9rature_sur_Terre#cite_note-chainemeteo2020-54
https://fr.wikipedia.org/wiki/Records_de_temp%C3%A9rature_sur_Terre#Ann%C3%A9es_les_plus_chaudes_du_monde &
https://www.huffingtonpost.fr/entry/climat-2020-est-lanee-la-plus-chaude-a-egalite-mais-2016-a-triche_fr_5ff857d5c5b63642b6faf9a8

Climat : quelques éléments récents

IPCC (GIEC) : Les activités humaines, notamment l'usage des énergies fossiles, ont conduit à une hausse exceptionnelle de la concentration des gaz à effet de serre transformant le climat à un rythme jamais vu par le passé : La concentration en CO₂ n'a jamais été aussi élevée depuis 3 millions d'années (Pliocène). Les températures étaient alors 3 à 4 °C plus élevée et le niveau de la mer était 15 mètres plus haut.

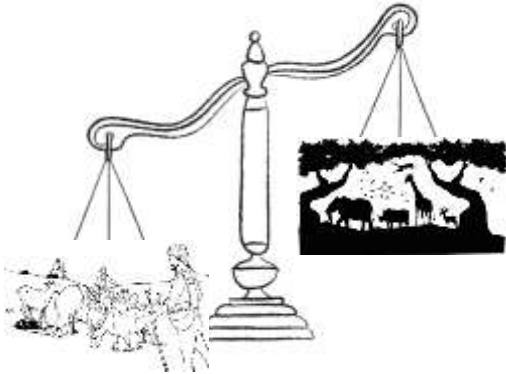


Courbe de Keeling. Les niveaux de CO₂ n'ont jamais été aussi haut dans toute l'histoire de l'humanité.
Crédits : Scripps Institution of Oceanography

Plus d'une quarantaine de gaz à effet de serre ont été recensés par le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) parmi lesquels figurent : la Vapeur d'eau (H₂O), le Dioxyde de carbone (CO₂), le Méthane (CH₄), l'Ozone (O₃), le Protoxyde d'azote (N₂O), l'Hydrofluorocarbures (HFC), le Perfluorocarbures (PFC) et l'Hexafluorure de soufre (SF₆).

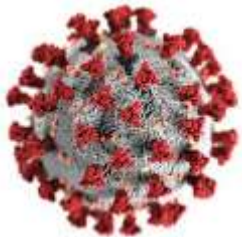
Les gaz fluorés (HFC, PFC, SF₆) sont utilisés dans les systèmes de réfrigération et employés dans les aérosols et les mousses isolantes. **Les PFC et le SF₆ sont utilisés dans l'industrie des semi-conducteurs. Les gaz fluorés ont un pouvoir de réchauffement 1 300 à 24 000 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone et une très longue durée de vie.** C'est pourquoi ils représentent un réel danger malgré la modeste part qu'ils représentent dans les émissions totales de GES.

Biodiversité



- **La masse des vertébrés** (mammifères, poissons, oiseaux) est estimée à 869 millions de tonnes. **L'homme et les animaux domestiqués représentent 18 % du total.** Mais si l'on s'intéresse uniquement aux mammifères, **les humains et leurs bétails représentent 96 % du total.**
- Les sept milliards et demi **d'humains** qui vivent sur la planète ne **pèsent que 0,01 % de la biomasse totale.**
- **Depuis 10 000 ans, les humains ont fait disparaître massivement la vie sauvage par destruction des habitats, chasse et domestication progressive.** On aurait ainsi perdu en terme de biomasse 86 % des mammifères terrestres, 80 % des mammifères marins, 50 % des plantes et 15 % des poissons. Certaines espèces ont carrément disparu, d'autres se sont raréfiées au même rythme que se transformait leur habitat.
- La masse estimée de la totalité des virus SARS-Cov2 serait entre 100g et 1kg et tiendrait dans une canette de Coca :

https://www.liberation.fr/checknews/2018/12/21/l-homme-et-les-animaux-domestiques-representent-ils-97-de-la-masse-des-vertebres_1699190/ & https://www.sciencesetavenir.fr/animaux/biodiversite/question-de-la-semaine-est-ce-que-la-masse-du-vivant-a-evolué-au-cours-de-l-histoire-de-la-terre_148830



<https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/mathematiques-science-decalee-tous-virus-sars-cov-2-monde-tiendraient-canette-coca-85837/>

Source : <http://ecoconseil.uqac.ca/le-poids-des-vivants/> & The biomass distribution on Earth : <https://www.pnas.org/content/115/25/6506>

Biodiversité

L'effondrement du vivant



Pourcentage des espèces menacées d'extinction par groupe



Infographie :
LE MONDE ; Victoria Denys

- Une étude allemande étalée sur 30 ans a mis en évidence une diminution en Europe de 75 à 82 % de la biomasse globale des insectes
- 68% des animaux vertébrés ont disparu depuis 1970, selon le rapport Planète Vivante du WWF (France Info), Rapport en PDF
- 38 % des chauves-souris ont disparu de métropole entre 2006 et 2016.
- 23 % des oiseaux communs spécialistes ont disparu de métropole entre 1989 et 2018.

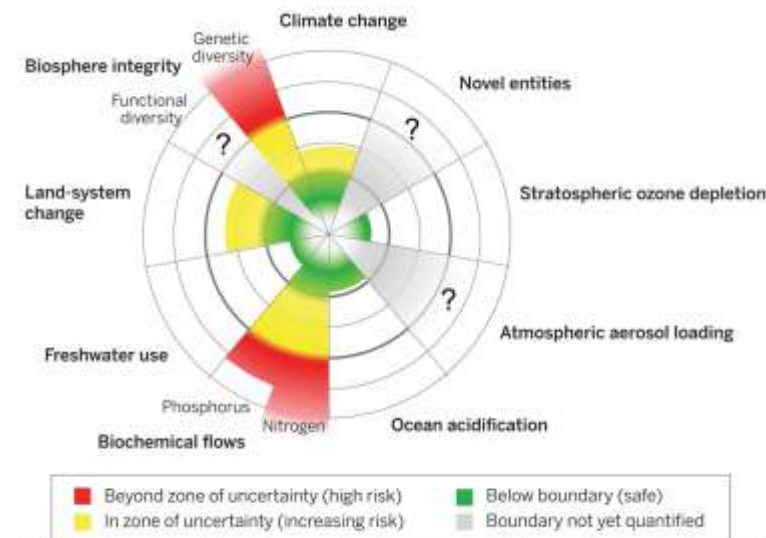


Biodiversité : une espèce sur huit, animale et végétale, risque de disparaître à brève échéance : Nous sommes en face d'une sixième extinction de masse

Source : IPBES (Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services Écosystémiques) - 2019

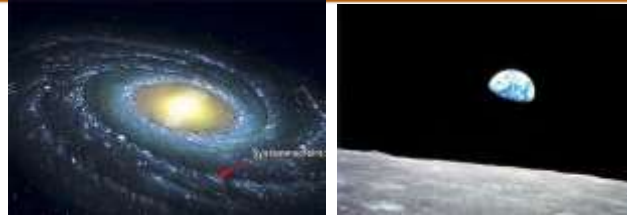
Contexte

- **Jour du dépassement (vision globale et par pays (du Qatar (9 février) au Vietnam (21 décembre) en 2018 : https://www.liberation.fr/planete/2018/08/01/le-jour-du-depassement-pays-par-pays_1670208) des ressources que la terre peut absorber ou renouveler en un an) : 23/12/1970 et plus récemment 29/07/2019, 22 août 2020 : <https://data.footprintnetwork.org/>**
- **Limite Planétaires (Planetary Boundaries) - Rockström & al (2009) et Steffen & al (2015)**



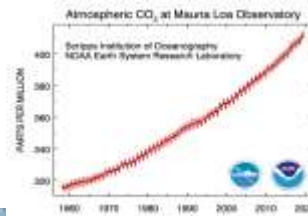
Contexte

Mais aussi, d'autres problèmes nous menacent : Assèchement des terres, épuisement des ressources (sable, métaux, pétrole ...), pollutions, etc. Peu de milieux échappent à notre croissance et notre avidité sur la planète.



Biodiversité : une espèce sur huit, animale et végétale, risque de disparaître à brève échéance : Nous sommes en face d'une sixième extinction de masse

73 % des déchets sur les plages sont du plastique, 448 millions de tonnes produites en 2015 1 million de bouteilles vendues chaque minute, la moitié des déchets plastique provient des emballages et 40 % du plastique n'est utilisé qu'une fois, avant d'être jeté (<https://www.nationalgeographic.fr/le-plastique-en-10-chiffres>).

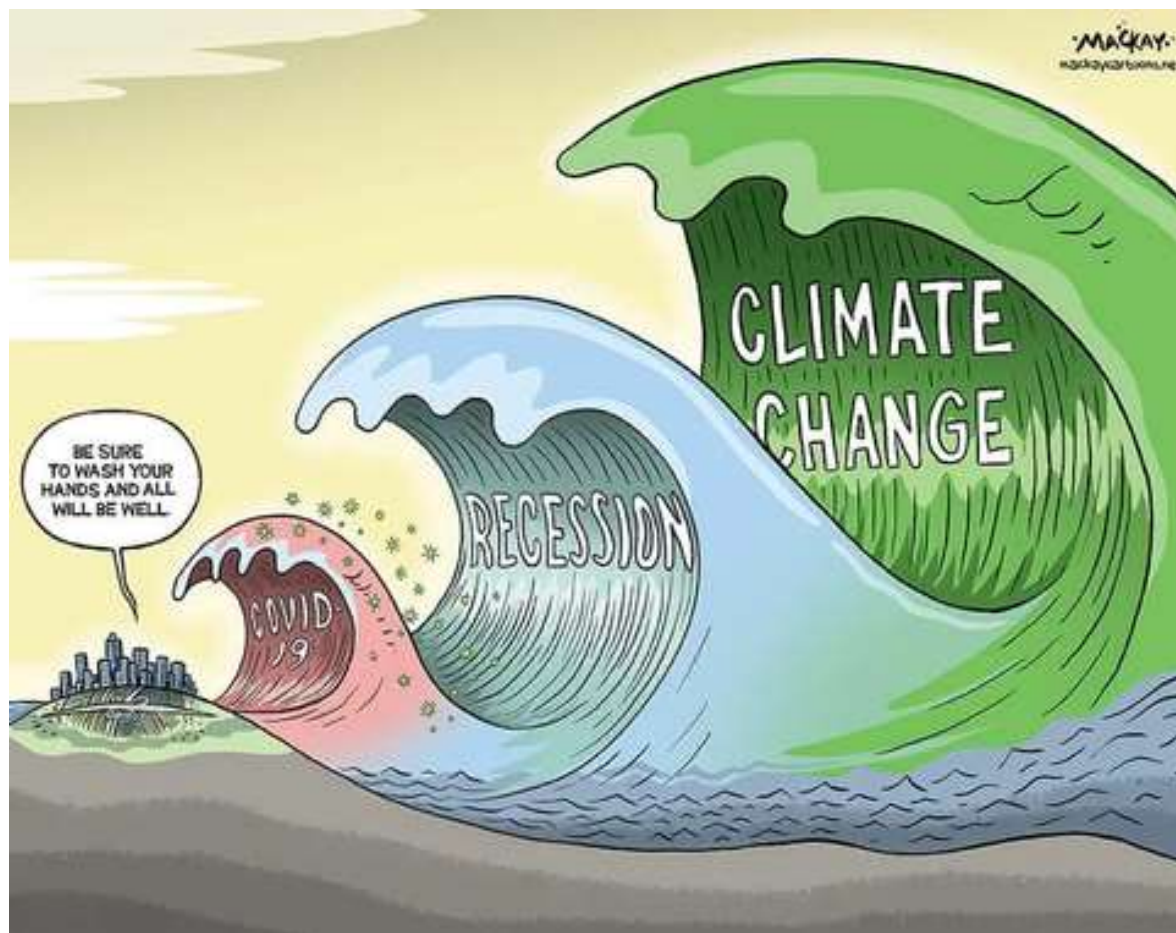


19 Janv 2020 : **413.39 ppm**

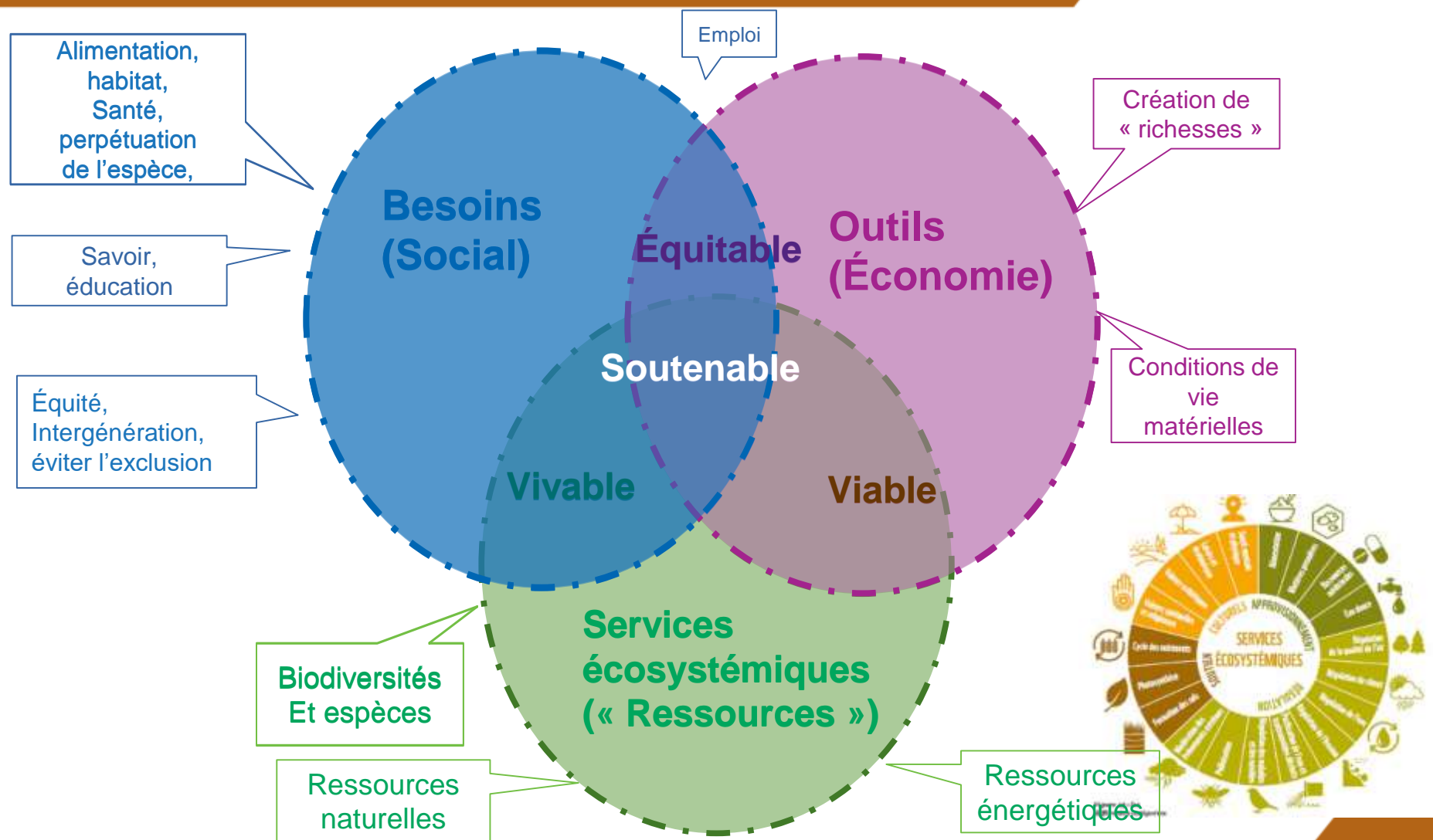
Source : [IPBES](#) (Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services Écosystémiques) - 2019

Sources : [France Inter](#) ,[Sciences et Avenir](#)

Contexte : c'est plutôt ça.....



Les piliers du développement soutenable



Et le numérique dans tout ça... ?

Le numérique, c'est virtuel... ? c'est « propre » ?

Quelques ordres de grandeur GES (2018)

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-01/bilan-energetique-france-2018-tableaux-synthese-donnees-definitives.xls>

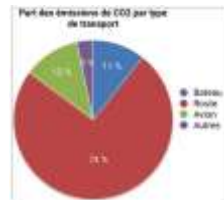
Énergie : 38 % (31 %
électricité)



En g de CO₂/voyageur et par km



Industrie : 10 %



Agriculture et sols :
2 à 6%

TIC : 4 % (et
+6 %/an, x2
/ 12 ans)

Tertiaire : 10 %



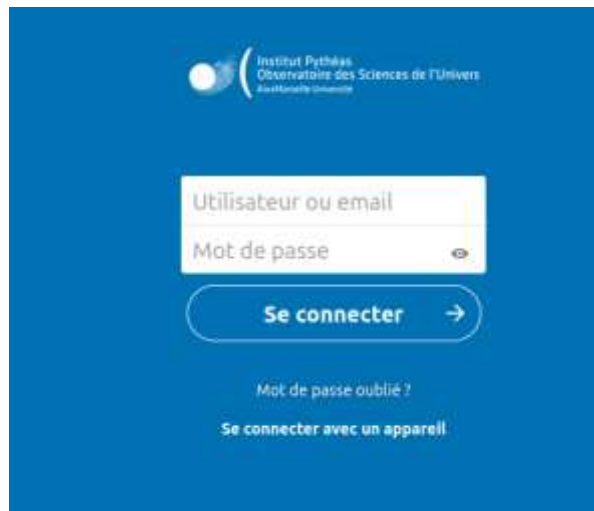
Transports : 35%



Résidentiel : 15%

<https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

Que se passe t'il vraiment ... ?



Des données



2018 *This Is What Happens In An Internet Minute*



2019 *This Is What Happens In An Internet Minute*



Source : Visual Capitalistic & Statista

Des données



2019 *This Is What Happens In An Internet Minute*



2020 *This Is What Happens In An Internet Minute*





- En 2018 :
 - 29 To publiées chaque seconde, 912,5 exaoctets / an
 - **90 % des données disponibles dans le monde ont été créées dans les deux dernières années.**
- La **vidéo** occupe près de **58% du trafic général en download, 80 % de la totalité des échanges** tous usages confondus (Article du Shift Project = L'insoutenable usage de la vidéo en ligne)
- **CISCO estime un triplement de trafic pour 2022 avec 82 % dédiés à la vidéo (5G et 4K aidant)**

Sources = CISCO, airofmelty, Sandvine & planetoscope

Répartition des flux vidéos

Article du Shift Project = L'insoutenable usage de la vidéo en ligne.

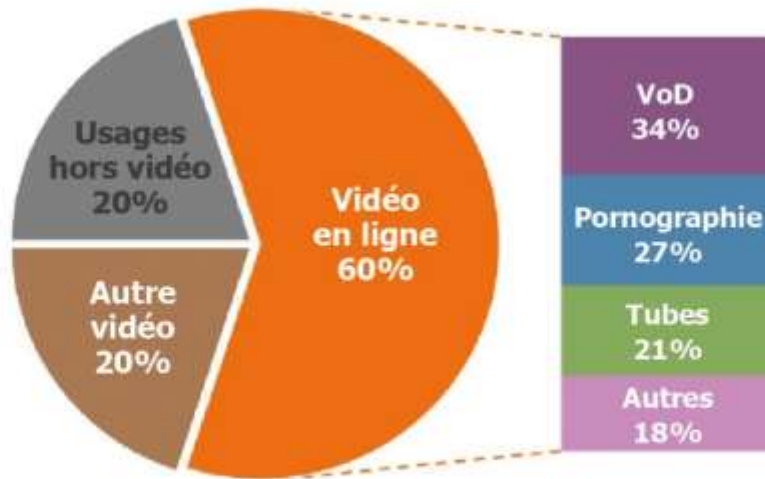


Figure 3 : Répartition des flux de données entre les différents usages du numérique et de la vidéo en ligne en 2018
[Source : « [Video+ Materials] Internet Video Traffic by use » (The Shift Project Materials, 2019a)]

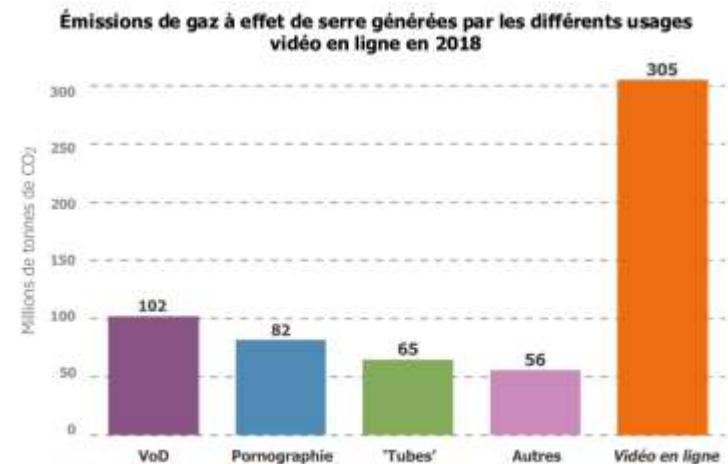


Figure 5 : Émissions de gaz à effet de serre générées par les différents usages vidéo en ligne en 2018
[Source : « [Video+ Materials] Internet Video Traffic by use » (The Shift Project Materials, 2019a)]

Du matériel

1,37 milliard de smartphones produits en 2019

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



France : 4 antennes / 1000 hab.



70 millions de machines en 2019



Wi

Plus de 30 millions de box



Plus de 40 millions de lignes fixes et 20 millions de poteaux téléphoniques



En 2021, on compte 4800 datacentres (157 en France, Les datacentres installés en France absorbaient 8% de la consommation électrique nationale en 2016.)

Des milliards de lignes de code

- Plus de un million de logiciels par store :

- En moyenne, 30 applications par smartphone
- **Une application sur 4 non utilisée**
- 59 % utilisée une seule fois



- Taille d'une application (une page de livre, environ 20 lignes :-)

- **Application simple** : une centaine à quelques milliers de lignes de code
- **Androïd** : 10 millions,
- **Noyau Linux** : 15 millions
- **Windows 7** : 40 millions,
- **Office 2013** : 45 millions
- **Services Web Google** : 2 milliards



Des personnes, du matériel, du logiciel, des données et de l'énergie à chaque étape

5 milliards de personnes connectées

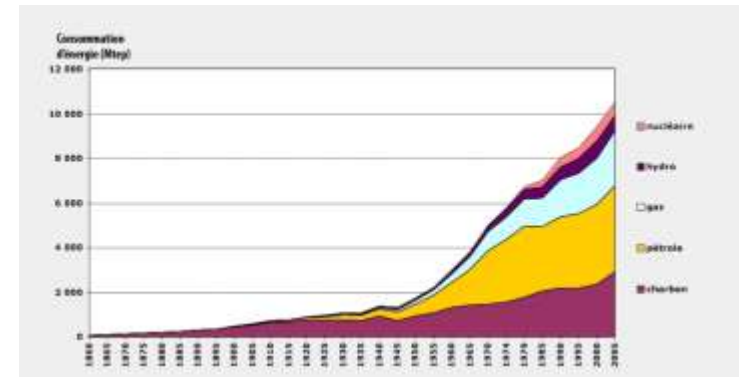


Temperature Sensing Socks
to help protect your feet

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



20 milliards d'objets
connectés en 2013
(Statista)



<https://jancovici.com/transition-energetique/l-energie-et-nous/a-quoi-ressemble-notre-consommation-energetique-actuellement/>

Des outils pour comprendre



Des outils d'évaluation des impacts

- **L'analyse économique Intrants-Sortants** basée sur les flux monétaires pour estimer les ressources et l'énergie utilisées par un produit/service. Les impacts environnementaux **directs** et **indirects** (consommation énergétique et prélèvement de ressources) sont établis pour chaque secteur économique. Inconvénients : ignore l'ensemble des impacts relatifs à la biodiversité, et perte de précision avec des cours de marchés instables.
- **Le Bilan Carbone®** est une méthode spécifique développée par l'ADEME qui se concentre sur une seule catégorie d'impact : les émissions de gaz à effet de serre.
- **L'analyse de cycle de vie** est un outil d'évaluation **normalisé** (ISO 14040 et 14044) « d'aide à la décision » qui hérite de certaines limites inhérentes à ces méthodes. Elle consiste à évaluer **tous les impacts environnementaux potentiels d'un produit, d'un service ou d'un procédé sur l'ensemble de leur cycle de vie.**

Source : <https://journals.openedition.org/terminal/1794#tocto1n1>

Analyse du Cycle de Vie

ACV



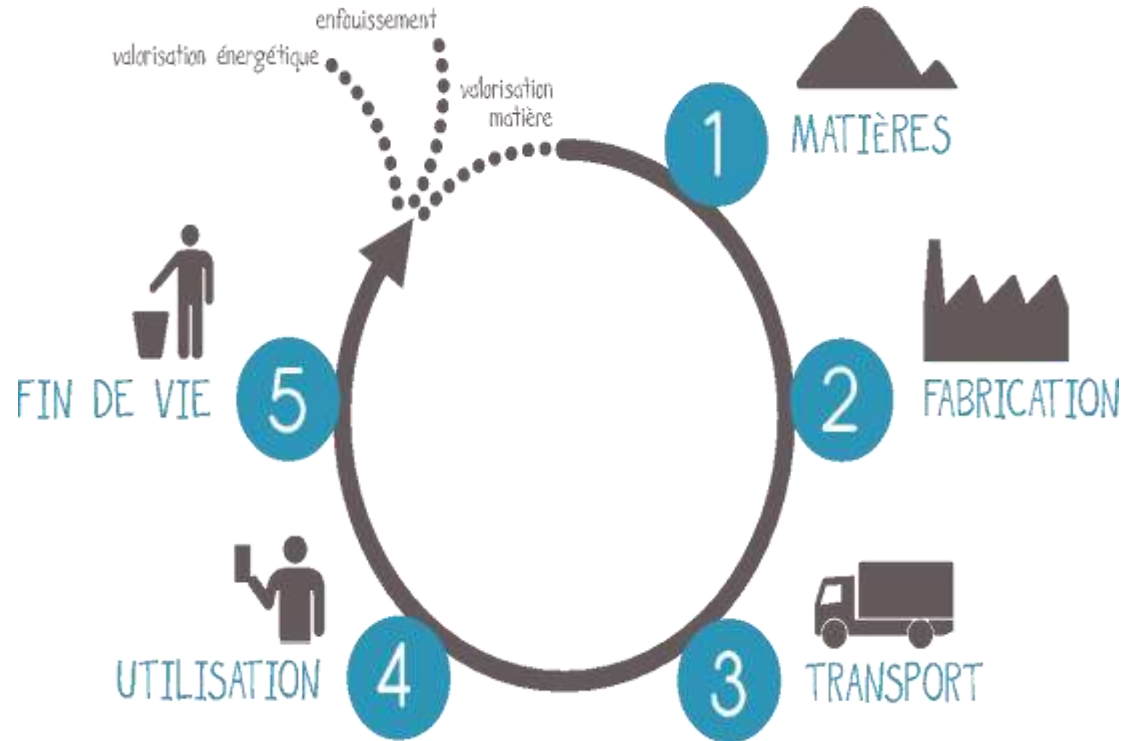
Méthode d'évaluation **normalisée** (ISO 14040 et 14044)

Bilan environnemental multicritère et multi-étape qui considère le système sur **l'ensemble de son cycle de vie**.

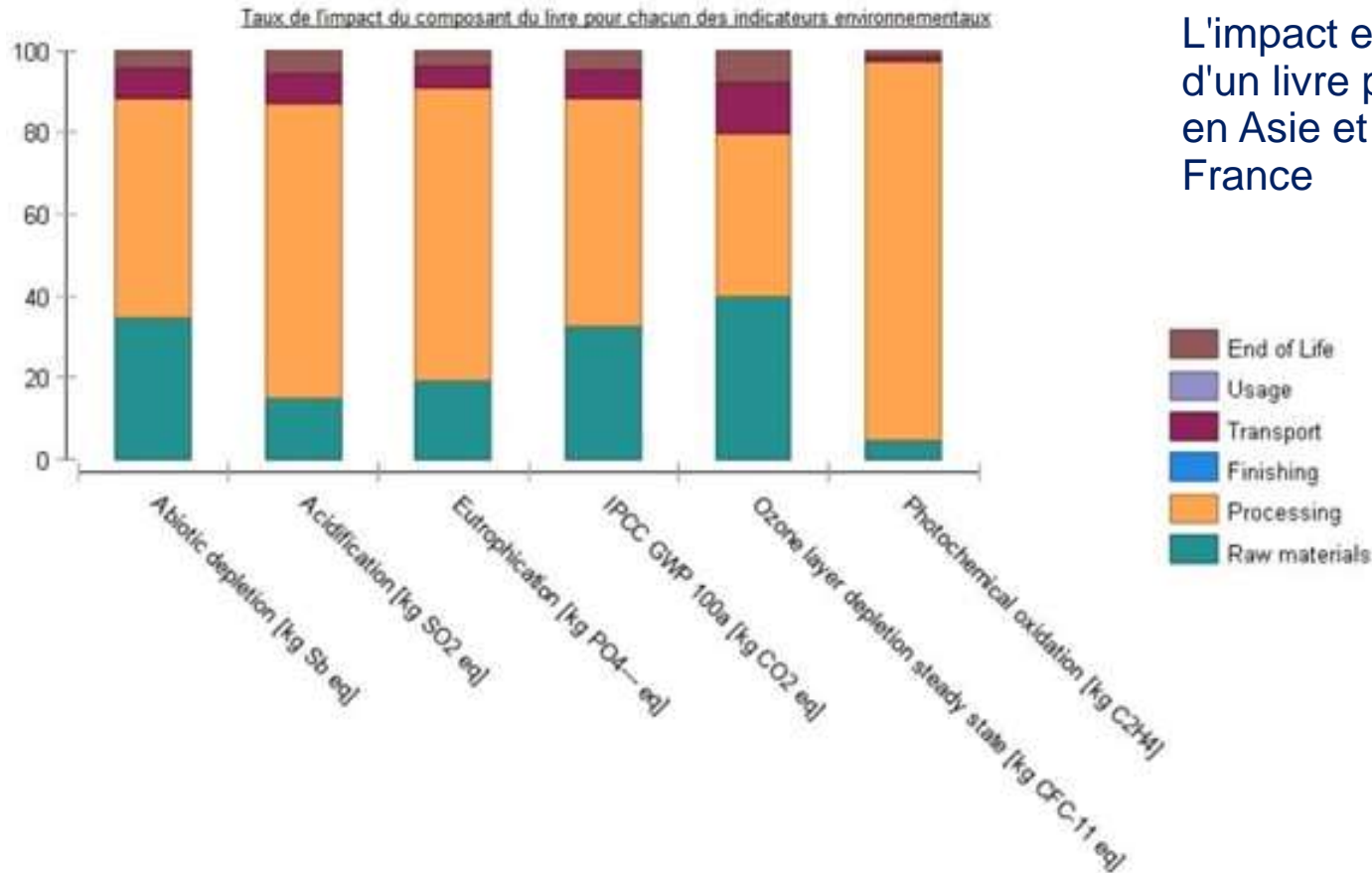
Applications : **Identification** des enjeux environnementaux, **éco-conception** de produits (aide à la décision), **comparaison** de produits, « **crédibilisation** » de la performance environnementale.

Cycle de vie, vision générale

- **Définition du périmètre** :
objectifs du champ d'étude
- **Décrire** le cycle de vie
- Définir les **limites** de l'étude,
la qualité des données
requisés et le public visé par
l'étude.
- **Inventaire** : entrants et
sortants de chaque processus
élémentaire
- **Évaluation des
impacts** (problèmes,
dommages, indices) :
utilisation d'un logiciel d'ACV
=> résultats bruts de l'analyse.
- **Interprétation des résultats**

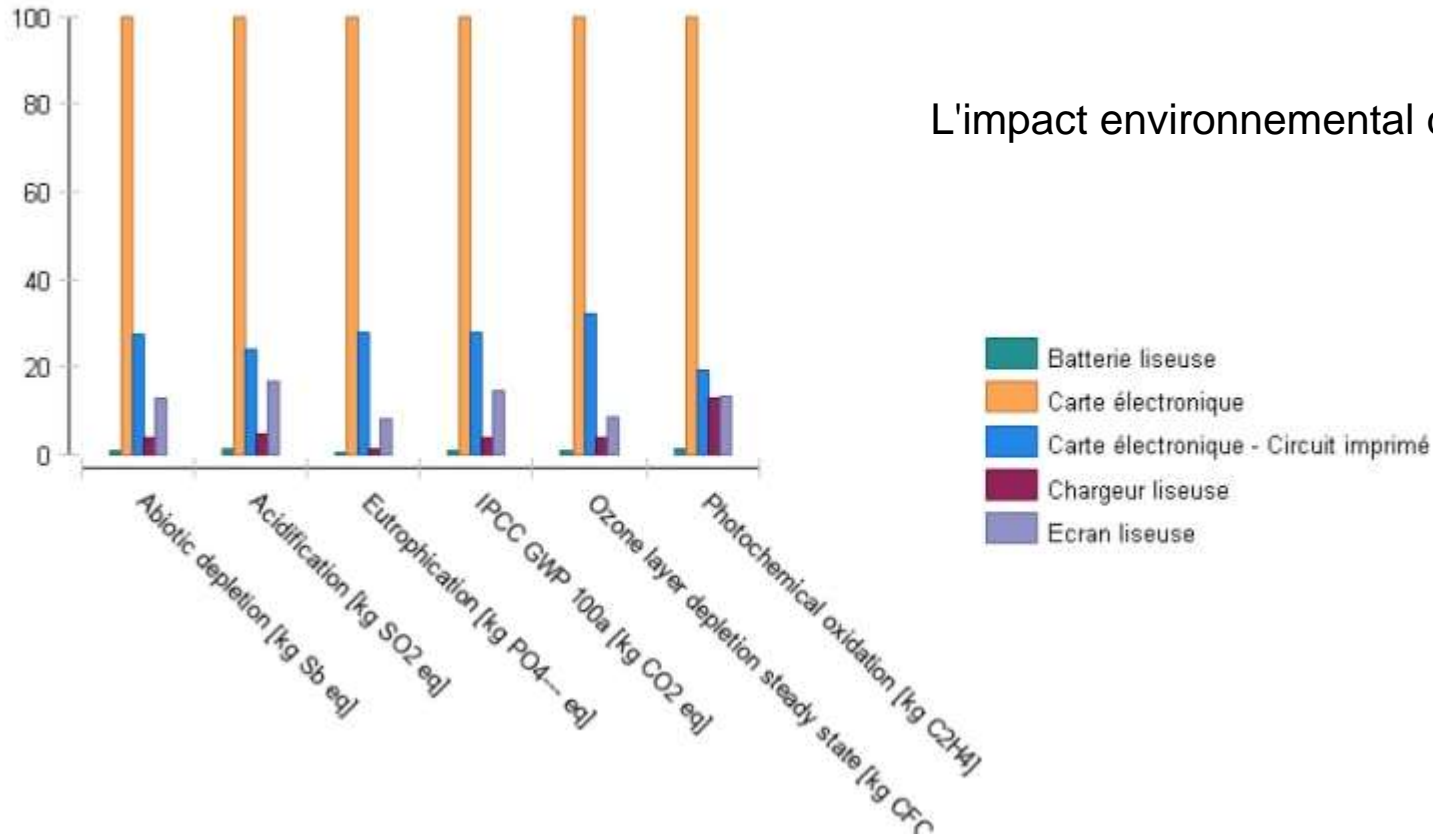


Calcul d'impact par étape



L'impact environnemental d'un livre papier fabriqué en Asie et vendu en France

Calcul d'impact par composants



Les effets directs / 1er ordre



- **Extraction**
- **Transport**
- **Fabrication**
- **Usage**
- **Déchets**

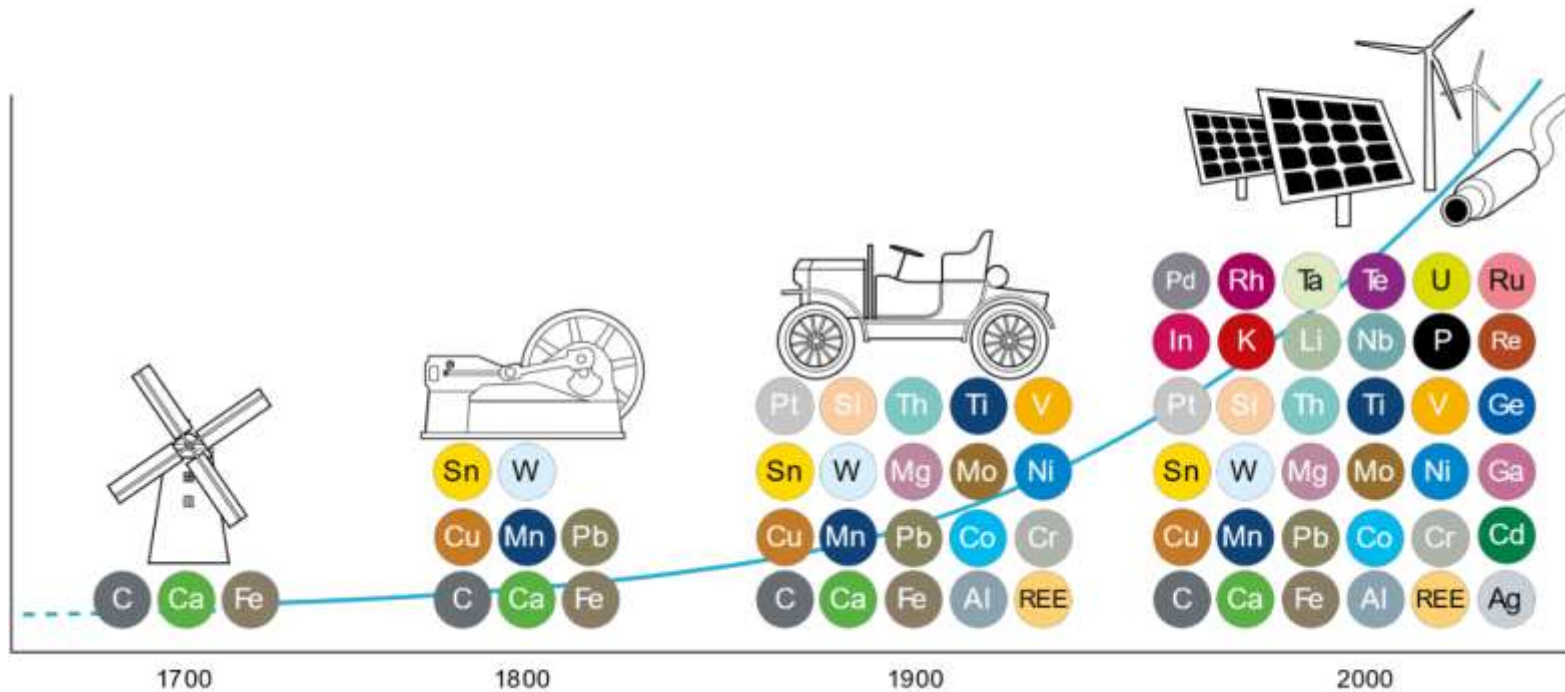
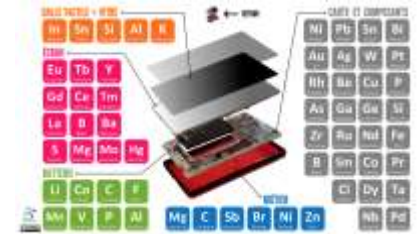
Les effets directs : extraction

Extraction : épuisement des ressources non renouvelables, destruction des sites naturels, exploitation d'enfants, pollutions, conflits armés, énergie d'extraction



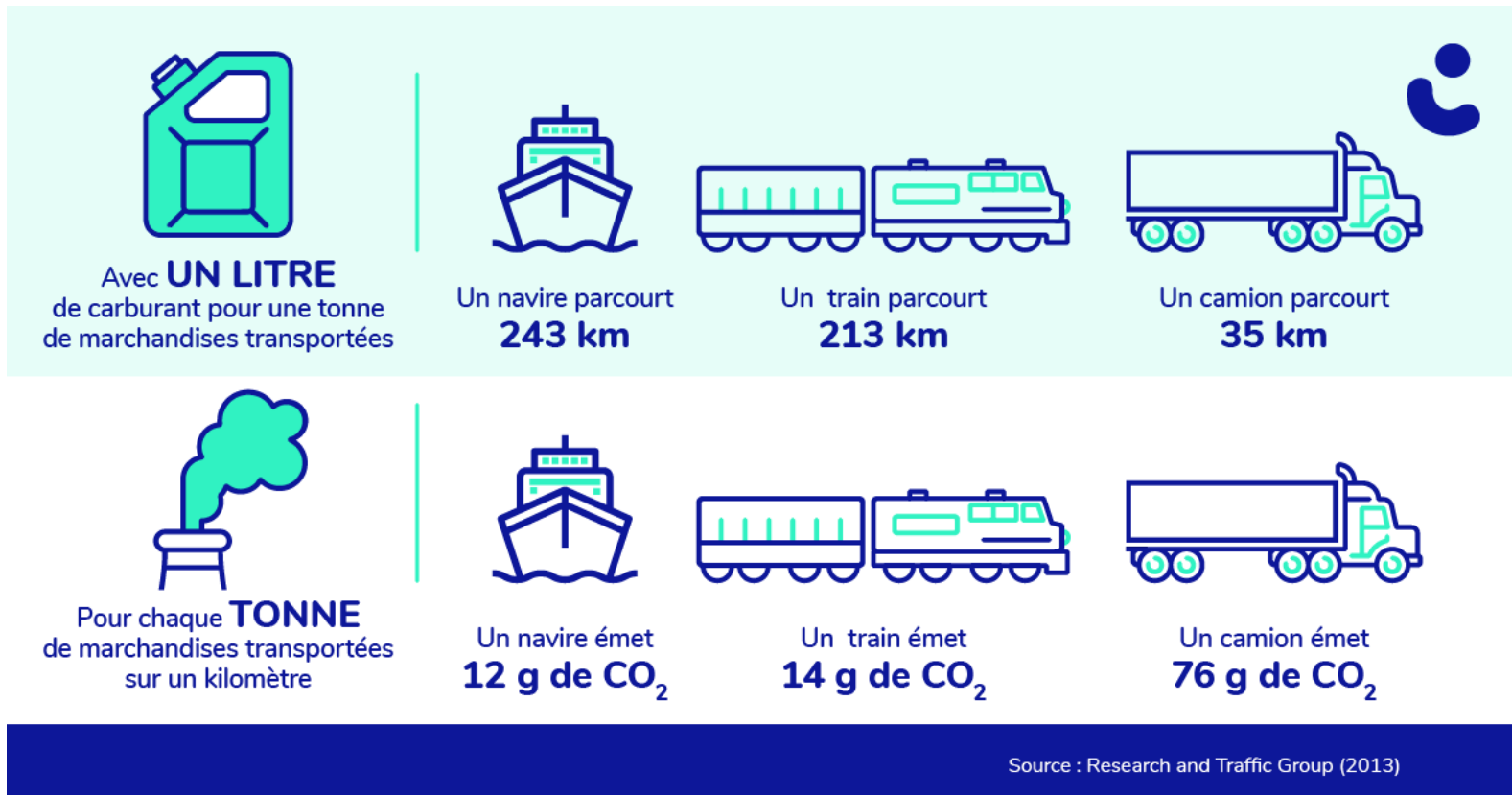
<https://ecoinfo.cnrs.fr/materiaux/>

Diversité et quantités de métaux



Source: V. Zepf, 2014

<https://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/detecteur-rumeurs/2019/07/22/transport-maritime-moins-polluant-4-choses-savoir>



Les effets directs : transport

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, Amaryliss 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



- Fioul lourd
- Bruit
- Déplacements de gigantesques masses d'eau



Les effets directs : fabrication

- **Fabrication : Impacts sociaux** (travail des enfants dès 13 ans au mieux..., suicides, normes sanitaires et sociales), non respect des normes environnementales (exemple de Baotou et du néodyme), consommation et **pollution** de l'eau douce, (environ 8500 litres pour produire un Wafer de 300 mm, dont 68 % doit être extra pure), produits toxiques (gaz dopants, acides, ... environ 280 kg de produits chimiques pour produire un kilo de silicium) et **énergie** bien sûr.
- Un exemple social : Mise en examen de Samsung en juillet 2019 : Article sur le respect des droits humains

L'énergie grise constitue l'essentiel du bilan complet énergétique des équipements utilisateurs.

L'extraction des minerais rares et leur transformation représentent une part bien supérieure à l'énergie consommée au cours de la durée de vie des appareils.

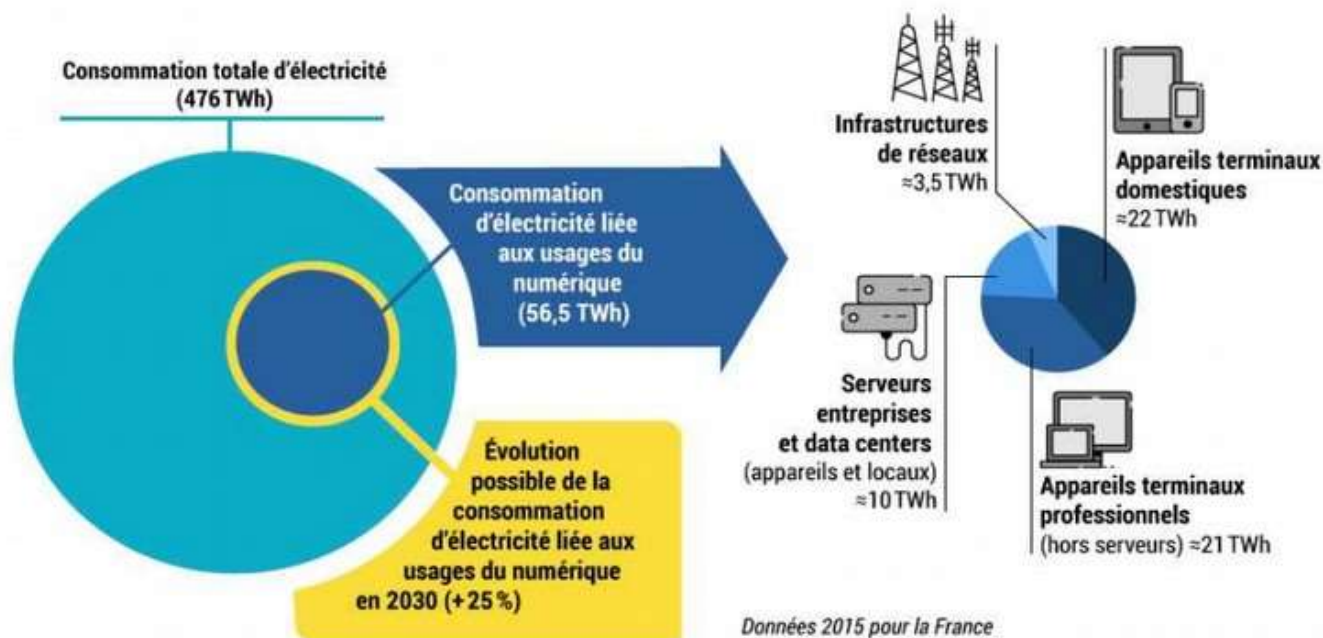
Pour un smartphone, cela représente cinq fois la consommation de l'appareil, dont la durée de vie est estimée en moyenne à 18 mois



<https://www.phonandroid.com/le-vrai-cout-de-fabrication-de-nos-smartphones-pollution-esclavage-conflits-armes.html>

Les effets directs : usage

Usage : consommation d'énergie (+9 % par an, soit un doublement en 8 ans), déchets, pollution indirectes et directes, impacts sociaux (addictions, ...)



<https://ree.developpement-durable.gouv.fr/themes/pressions-exercees-par-les-modes-de-production-et-de-consommation/prelevements-de-ressources-naturelles/energie/article/numerique-et-consommation-energetique>

Consommation d'énergie des actions numériques

Consommation d'énergie des actions numériques

REN - Référentiel Environnemental du Numérique		
Run Phase		
Impacts	Uses	
	To send an email (1 MB, 3 min)	To watch a video online (10 min)
GHG	Electricity usage (Wh)	100
	GHG - EU (gCO ₂ e)	30
	GHG - USA (gCO ₂ e)	50
	GHG - China (gCO ₂ e)	70
	GHG - France (gCO ₂ e)	3

Le visionnage d'une vidéo en ligne de dix minutes induit par exemple une consommation électrique équivalente à la consommation propre d'un smartphone sur dix jours. Dit autrement, l'impact énergétique du visionnage de la vidéo est environ 1 500 fois plus grand que la simple consommation électrique du smartphone lui-même.

Source : Lean ICT Materials REN", onglet "REN Run Phase". Produit par The Shift Project

Les effets directs : déchets

- **D2E ou DEEE : Déchets d'équipements électriques et électroniques**
- **Déchets** : filières illégales, recyclage dans la rue, pollutions et toxicité humaine : En France : 1,8 Mt de DEEEs en 2017 : **3.4 tonnes par minute** : **Explosion des objets de faible qualité et/ou de petite taille** comprenant de l'électronique (jouets, chaussettes, lunettes, montres, ...) : **complexité** du traitement de ces déchets qui ne sont souvent même pas collectés. **50 Mt à l'échelle mondiale**, dont seulement 20 % entrent dans des filières de recyclage (presque 50 % en France).
- En 2013, selon l'Observatoire des Nations Unies Drogues et Crimes (UNODC), seuls 10 à 40% des déchets électroniques étaient correctement traités : http://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/Studies/TOCTA_EAP_web.pdf
- Reportage d'Arte sur le sujet : «**DEEE: la tragédie électronique**» (Une partie de nos déchets finit dans des décharges à ciel ouvert dans des pays en voie de développement, par exemple au Ghana).



https://www.francetvinfo.fr/monde/afrique/societe-africaine/la-decharge-de-dechets-electroniques-dagbogbloshie-veritable-defi-economique-et-environnemental-pour-le-ghana_3863287.html

<https://ecoinfo.cnrs.fr/deee-ou-e-dechets/>

51 % : Hors filière (Tiroirs, Déchets ménagers, Ferraille, Exports (il)légaux)



1 % :
reconditionnement /
réutilisation
(part./totale)



~ 4 % :
« valorisation »
énergétique

Collecte Officielle



Recyclage :
- taux de
Recyclage ?
- Matière
recyclée



Dans le meilleur des cas, 20 métaux



~ 5 % :
élimination
contrôlée

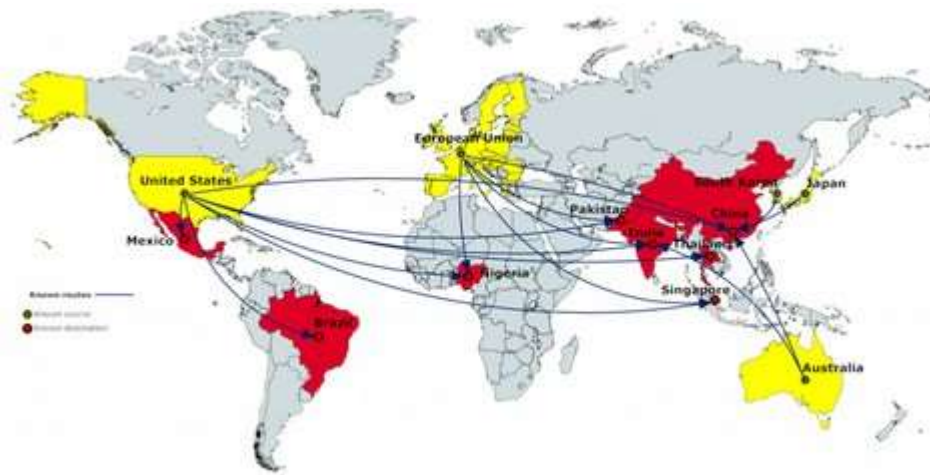
Les effets directs : déchets

Ref : Int. J. Environ. Res. Public Health 2016, 13(8), 789;

Quantifying the Effect of Macroeconomic and Social Factors on Illegal E-Waste Trade

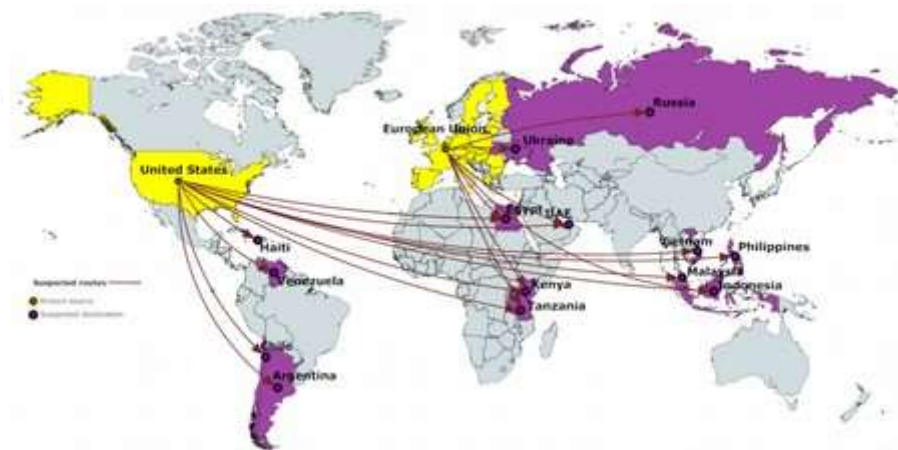
Loukia Efthymiou, Amaryllis Mavragani and Konstantinos P. Tsagarakis * [ORCID]

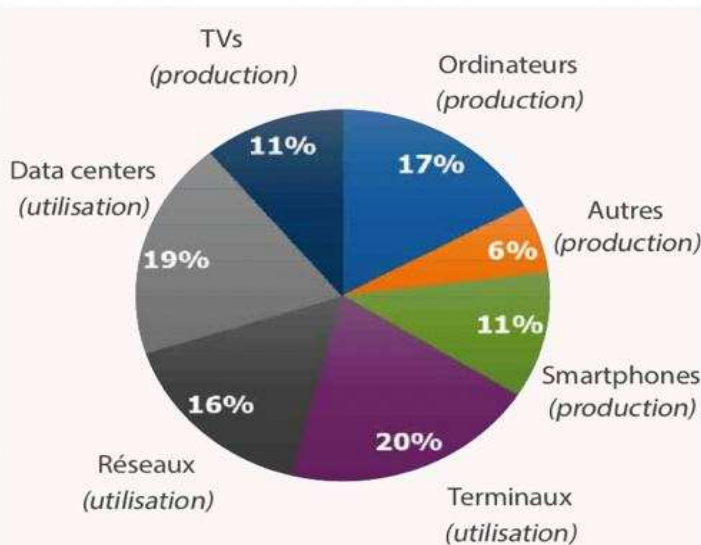
Business and Environmental Technology Economics Lab, Department of Environmental Engineering, School of Engineering, Democritus University of Thrace, Vas. Sofias 12, Xanthi 67100, Greece



Les routes officielles

Les autres...





Distribution de la consommation énergétique du numérique par poste pour la production et l'utilisation en 2017.

[Source : The Shift Project 2018, à partir de Andrae & Edler 2015]

45 % prod / 55 % utilisation

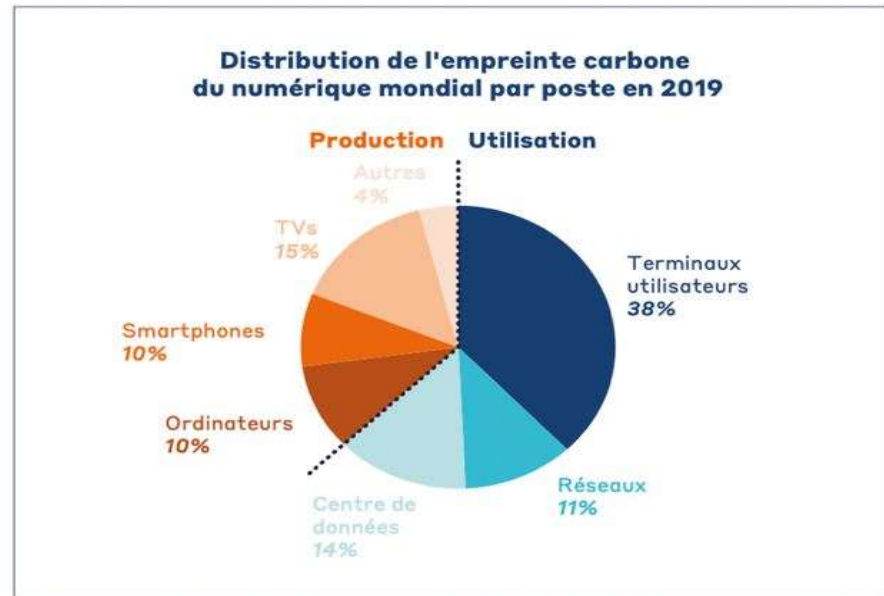


Figure 3 : Distribution de l'empreinte carbone du numérique mondial par poste en 2019 (The Shift Project – Forecast Model 2021)

39 % prod / 61 % utilisation

Répartition impact CO²

Terminaux = 45 %



Transport = 30 %



Le « sans fil » :
Wifi : 0,4 µJ/bit
3G : 6 µJ/bit
4G : 73 à 146 µJ/bit

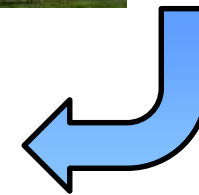
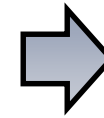
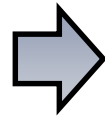
[CEET : the power of wireless cloud, 2013]

DataCenter = 25 %



La totalité des centre de données Google représente plus de 900.000 serveurs et une quarantaine de bâtiments dans le monde.

Effets directs



80% DEEE
monde ont des
destinations
inconnues





Constats : consommation électrique / GES

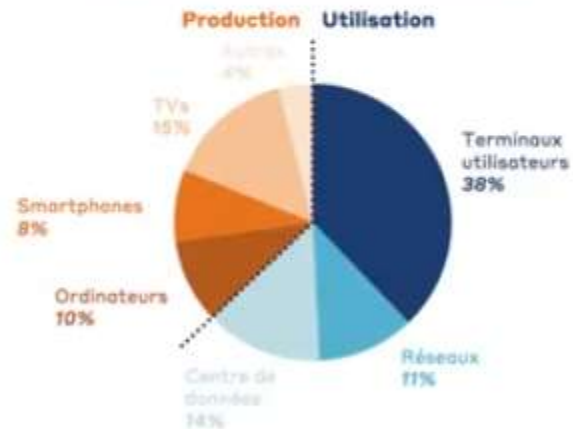
Environ 10% de la consommation électrique mondiale

Environ 3.5% des GES – en hausse de 6% par an



6% de croissance
/an : Cela signifie un
doublement tous les
12 ans

Distribution de l'empreinte carbone
du numérique mondial par poste en 2019



Source : Shift project - Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G – 30 Mars 2021

Effets indirects

- **Substitution/Remplacement** : Télétravail
- **Optimisation** : énergie, habitats, transports



- Renouvellement fréquent des matériels technologiques par **obsolescence** matérielle ou logicielle forcée



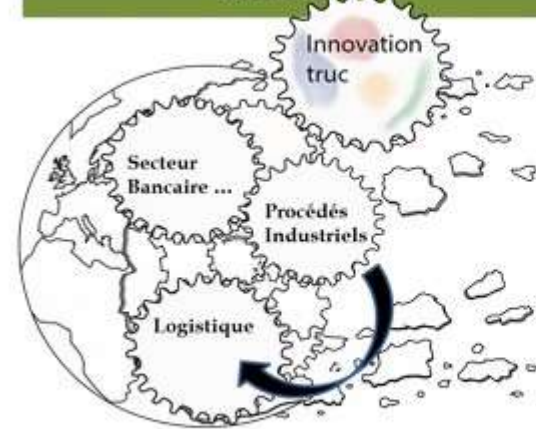
Induction : échec dématérialisation du papier.



L'effet rebond



numérique : un accélérateur de la grande accélération ?



Parfois appelé « **paradoxe de Jevons** », du nom du premier économiste à l'avoir étudié au milieu du XIXe siècle (1865) en constatant que malgré l'amélioration importante de l'efficacité de la machine à vapeur, la consommation anglaise de charbon avait explosé. L'effet rebond correspond ainsi à l'ensemble des mécanismes économiques et comportementaux qui annulent une partie, ou la totalité, des économies d'énergie résultant des gains d'efficacité : L'optimisation se transforme souvent en piège qui conduit à une surconsommation (isolation bâtiment, diminution de la consommation des véhicules) entraînent le consommateur à consommer plus de kms ou augmenter la température de son logement, voire à acheter de nouveaux biens ou services émetteurs de CO².

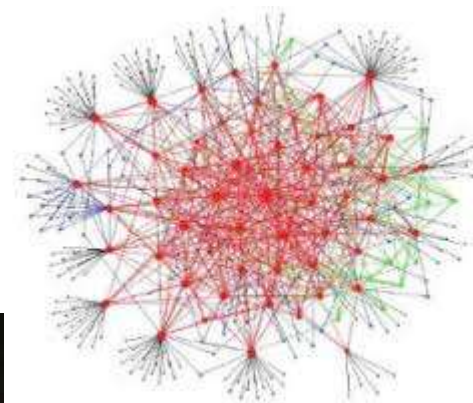
<https://theconversation.com/la-demande-energetique-mondiale-est-sous-estimee-et-cest-un-vrai-probleme-pour-le-climat-158042>

L'effet rebond

Télétravail : éloignement des lieux de travail,
duplication du matériel



Optimisation énergétique :
surconsommation

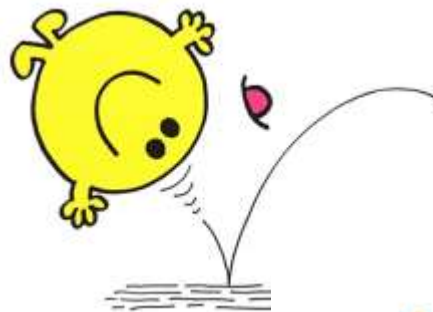


Phénomène d'accélération des flux matériels
et immatériels, **Accélère l'obsolescence**
directe (du numérique) et indirecte, les
transformations sociales mais aussi les rythmes
individuels



**Augmentation de la
complexité et de la
dépendance** : Mondialisation de
l'économie, financiarisation
croissante

L'effet rebond



mesdatas@mol.

Des effets sur l'humain

- Outils de surveillance de masse (Quelques exemples : Chine, Barclays)
- Impacts sur les capacités de réflexion, de synthèse, d'orthographe, concentration, addictions (jeux), attentes affectives (réseaux sociaux) et violences.
- Impacts sur le sommeil et la vie sociale,



- **Des effets sociétaux et systémiques :**

- Télétravail peut entraîner un éloignement des lieux de travail, une **duplication** du matériel nécessaire (imprimante, ordinateurs, ...)

numérique : un accélérateur de la grande accélération



L'optimisation énergétique peut entraîner une **surconsommation** dans d'autres secteurs ou directement au sein du même secteur

- Mondialisation de l'économie, financiarisation croissante : **augmentation de la complexité et de la dépendance,**
- **Phénomène d'accélération** des flux matériels et immatériels : matières, finances, personnes : exemple : Netflix : "Désormais, les abonnés ne devront plus attendre que 6 secondes avant d'enchaîner automatiquement un nouvel épisode de série."
- **Accélère l'obsolescence** directe (du numérique) et indirecte.
- Accélère les transformations sociales mais aussi les rythmes individuels
- Co voiturage entraîne une économie qui est en partie réinvesti dans des voyages supplémentaires, en avion dans le pire des cas.

- **Des effets sur l'humain**

- Outils de surveillance de masse (Quelques exemples : Chine, Barclays)
- Impacts sur les capacités de réflexion, de synthèse, d'orthographe, concentration.
- Impacts sur le sommeil,

TIC et Ethique : questions ouvertes



- Une technologie est-elle neutre ?
 - La technologie façonne t'elle en partie notre rapport au monde par son approche ? La technologie orientent notre pensée ? Neutralité des algorithmes ? (ex sur la reconnaissance faciale)
 - Les valeurs intrinsèques d'ingénierie et ses dérives potentielles (exemple : le cloud et les valeurs de sa conception : disponibilité-latence-élasticité) ?
- Trois lois de la robotique : De la SF, vraiment ? En janvier 2020, un député français dépose une proposition de loi visant à promulguer une charte de l'intelligence artificielle et des algorithmes, et à en inscrire la référence dans le préambule de la Constitution, afin de se positionner dans la continuité de la Déclaration des droits de l'Homme et du citoyen de 1789. L'article 2 de cette charte est constitué par les trois lois de la robotique, dans leur version initiale.....
 - Robots militaires autonomes
 - Une conscience dans une IA (IA forte) ?
- Dangers possibles des TICs:
 - affaiblissement des démocraties, outils de contrôles sécuritaire (made in China par exemple), instrument de contrôle (neuralink), fake news (GPT3, vidéos, etc...)
 - Utilisation de ressources humaines pour l'entraînement des IA, le détournement d'argent ou la propagation de faux « likes » / « avis » (c'est gratuit c'est vous le produit, fermes à clic)
- Crypto-monnaies
- Fracture Numérique, Respect de la vie privée
- Santé
 - Problèmes physiques (Problèmes musculo squelettiques, homme augmenté, ...)
 - Addiction aux écrans, baisse de l'attention, de la capacité de concentration, QI
- Utilisation de nos faiblesses cognitives pour renforcer l'addiction aux réseaux sociaux



Les effets des TIC : une taxonomie

type	périmètre	effet		exemples
1 ^{er} ordre direct	technologies elles-mêmes	impacts du cycle de vie		énergie grise / consommation électrique d'un ordinateur
2 ^{ème} ordre indirect	applications	optimisation	substitution	<i>smart-*/</i> dématérialisation
		obsolescence	induction	bureautique / imprimante → ↗ papier
3 ^{ème} ordre structurel	sous-partie de l'économie	rebond direct		<i>km</i> covoiturés sont moins chers ↗ <i>km</i>
		rebond indirect		covoiturage → économies → ↗ <i>km</i> avion
	économie	croissance économique		↘ générale des coûts / création économ.
		accélération		mondialisation des échanges / financiarisation de l'économie
société	transformation sociétale		télétravail → éloignement du logement	

Enfin, le numérique, c'est plutôt ça



Mais où, et comment agir ?



- Mais où, et comment agir ?
- **Réfléchir : Ce que l'on ne produit pas ne pollue pas**

Agir sur le matériel

- **Ne pas acheter** (pour les achats au sein de l'ESR : **MATINFO**) ; (**Louer ? Le risque d'une fausse bonne idée**)
- Quand on achète :
 - Acheter auprès des fabricants faisant preuve de plus **d'éthique** et des respects des droits humains (voir le classement de [GreenPeace](#) par exemple)
 - Tenir compte également de l'[Indice de Réparabilité](#) qui est entré en vigueur au 1er janvier 2021. et dont l'affichage sur la fiche produit est obligatoire en magasin comme sur les boutiques en ligne.
 - Prêter attention aux **normes et indicateurs** (PUE, ASHRAE, REACH, etc, ...), **aux recommandations des organismes officiels** (ex : ADEME) et des **associations engagées**.
- **Sobriété (dans l'achat et dans l'usage),**
 - **Faire durer** (phase d'usage en règle générale inférieure dans ses impacts à la phase de fabrication et de transport), **utiliser des alternatives logicielles moins gourmandes**
 - **Extinction** (nuit, week-end et vacances),
 - **Résister à l'obsolescence programmée due au logiciel ou à l'effet de mode,**
 - **Mutualiser** à la bonne échelle (DC, imprimantes, machines outils, etc.),
 - **Deconnexion :-)**
- Faire attention au **recyclage** (gestion des DEEE : filière officielle et recommandée : Ecologic, associations type Emmaüs et/ou ateliers du Bocage en convention avec Ecologic ??)

https://www.lemonde.fr/pixels/article/2021/02/01/droit-a-la-reparation-des-appareils-electroniques-premiers-succes-pour-l-indice-de-reparabilite_6068400_4408996.html

Agir sur les données



Sobriété

Re Localiser

Open Science « Les données de la recherche sont la matière première de la connaissance. Les partager, c'est ouvrir de nouvelles perspectives scientifiques » - Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (Juillet 2018) - Site Ouvrir la science : <https://www.ouvrirelascience.fr>

Ouvrir la science et la connaissance, c'est garantir un accès à tous à un savoir publiquement financé et assurer un **rempart contre la désinformation**. C'est pas spécialement éco responsable, c'est juste responsable et sain et nécessaire pour agir. C'est aussi assurer la **réplicabilité** de la Science, ce qui est le minimum attendu...

FAIR(E) : Utiliser des standards ouverts, pérenniser, garantir l'intégrité, pour mutualiser le coût d'acquisition et éviter de perdre les données acquises très souvent uniques, **Intégrer dans les différentes étapes du cycle de vie de la donnée des éléments éco responsables** par exemple, localiser la donnée au plus près de son usage pour minimiser le transport, permet également une **consommation optimale des ressources allouées au traitement de ces données**. Le réseau **SIST** est une bonne première porte d'entrée :-)



Agir sur le code



- Domaine « neuf », grande marge de progrès : Nécessité d'une analyse globale
- **Optimisations** du logiciel [GreenCodeLab Challenge]
- **Efficacité** de la conception [Amener l'utilisateur à l'essentiel]
- Exemple : Évaluation de l'impact d'un service web : EcoIndex
- Quel avenir pour **l'éco-conception logicielle** ?
 - Contraintes réglementaires
 - Contraintes matérielles (autonomie dans l'IoT)
 - L'AFNOR ?
- **Code « open source » ?**
- **Consommer moins de ressources,**
- Utiliser les **bons langages**

C'est simple :-)
un code efficace c'est un code qui va vite... et qui dure le moins longtemps possible ? Est-ce bien sûr.... ?



Formule1 : 75 à 100
litres/100 km
Vitesse : 260 km/h à 400
km/h



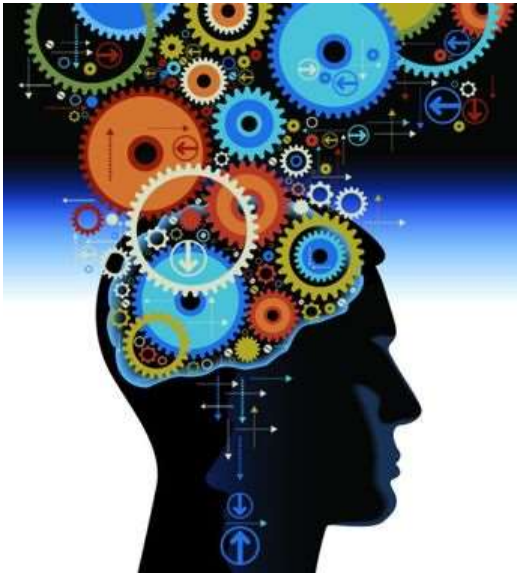
2CV : <5
litres/100km
Vitesse : 115 km/h

<https://ecoinfo.cnrs.fr/2020/11/20/plaquette-je-code-les-bonnes-pratiques-en-eco-conception-de-service-numerique-a-destination-des-developpeurs-de-logiciels/>

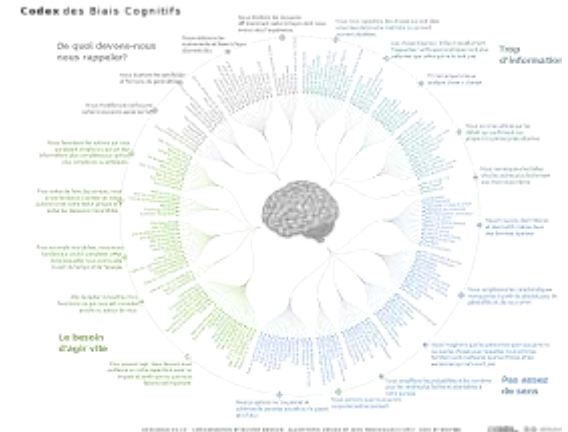
- Par exemple, le Mail, le « nuage » ou encore la visio
- Utiliser les **services institutionnels** (ce n'est pas éco responsable, c'est juste responsable)
- « **Penser global** »
 - mutualiser à la « bonne » échelle
- « **Privilégier le local** »
 - **Limiter** les transferts de données (audio vs vidéo par exemple)

Biais Cognitif

Un biais cognitif est une distorsion dans le traitement cognitif d'une information. Le terme biais fait référence à une déviation systématique de la pensée logique et rationnelle par rapport à la réalité. Les biais cognitifs conduisent le sujet à accorder des importances différentes à des faits de même nature et peuvent être repérés lorsque des paradoxes ou des erreurs apparaissent dans un raisonnement ou un jugement.



- Trop d'information
- Manque de sens
- Besoin d'agir vite
- De quoi doit-on se rappeler ?



<http://amaninthearena.com/biais-cognitifs/>

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

<https://www.usabilis.com/definition-biais-cognitifs/>

20 BIAIS COGNITIFS QUI SABORDENT VOS DÉCISIONS



1. Biais d'ancrage

Les gens font trop confiance aux premières informations qu'ils entendent. Lors d'une négociation salariale, celui qui fait la première offre pose un éventail insurmontable de possibilités dans l'esprit de chaque personne.



2. Heuristique de disponibilité

Les gens surestiment l'importance des informations à leur disposition. Une personne peut argumenter que fumer n'est pas mauvais pour la santé parce qu'elle connaît quelqu'un qui a vécu jusqu'à 100 ans et qui fumait 3 paquets par jour.



3. Effet d'entraînement

La probabilité qu'une personne adopte une croyance augmente avec le nombre de personnes partageant cette croyance. C'est une forme pathétique de la pensée de groupe et la raison pour laquelle les réunions sont souvent peu productives.



4. Biais de l'angle mort

Échouer à reconnaître vos propres biais cognitifs est un biais en soi. Les gens remarquent davantage les biais cognitifs et motivationnels chez les autres que chez eux.



5. Biais de soutien du choix

Lorsque vous faites un choix, vous avez tendance à rester positif, même si ce choix comporte des inconvénients. Comme quand vous louez une voiture et essayez de vous persuader qu'il n'y a rien de mieux que ce modèle.



6. Illusion des séries

C'est la tendance à voir des structures dans des événements aléatoires. Cela donne lieu à divers mythes du pari, comme l'idée que la roue va plus ou moins probablement sortir à la roulette après une série de rouges.



7. Biais de confirmation

Nous avons tendance à uniquement écouter ce qui confirme nos idées préconçues. C'est l'une des nombreuses raisons qui rend difficile toute conversation intelligente sur le changement climatique.



8. Biais conservateur

C'est lorsque les gens favorisent des preuves antérieures par rapport à de nouvelles preuves ou informations. Les gens sont lents à accepter que la Terre soit ronde parce qu'ils conservent l'ancienne vision d'une planète plate.



9. Biais d'information

La tendance à rechercher des informations qui n'ont rien à voir avec l'action. Disposer de plus d'informations n'est pas toujours le meilleur choix. Avec moins d'informations, les gens peuvent souvent faire des prédictions plus précises.



10. Politique de l'autruche

La décision d'ignorer des informations défavorables ou dangereuses en "invoquant" la tête dans le sable, comme une autruche. La recherche montre que les investisseurs contiennent beaucoup moins la valeur de leurs avoirs lorsque les marchés financiers sont à la baisse.



11. Biais de résultat

Juger une décision en se basant sur le résultat plutôt que sur la façon exacte dont la décision a été prise sur le moment. Après beaucoup gagné à Vegas, ce ne signifie pas que parier votre argent était une sage décision.



12. Excès de confiance

Certains d'entre nous sont trop confiants sur leurs capacités, ce qui les entraîne à prendre plus de risques dans leur quotidien. Les experts sont davantage victimes de ce biais que les profanes, puisqu'ils sont convaincus d'avoir raison.



13. Effet placebo

Lorsque vous croyez absolument que quelque chose va avoir un certain effet sur vous, cela a alors cet effet. En médecine, les gens à qui on donne de fausses pilules ressentent souvent les mêmes effets physiologiques que ceux à qui on a donné la vraie pilule.



14. Biais pour l'innovation

Lorsque celui qui propose une innovation a tendance à surestimer son aptitude et sous-estimer ses limites. Cela vous semble familier, la Silicon Valley ?



15. Récence

La tendance à privilégier la dernière information par rapport aux plus anciennes. Les investisseurs pensent souvent que le marché ressemblera toujours à ce qu'il est aujourd'hui et prennent des décisions imprudentes.



16. Saillance

Notre tendance à nous concentrer sur les caractéristiques les plus facilement reconnaissables d'une personne ou d'un concept. Lorsque vous pensez à la mort, vous imaginez d'être déshabillé par un lion, alors qu'il est statistiquement plus probable de mourir lors d'un accident de voiture.



17. Perception sélective

Lorsque nos aspirations influencent la manière dont nous percevons le monde. Une expérience menée lors d'un match de football entre les étudiants de deux universités a démontré que chaque équipe voyait l'adversaire commettre davantage de fautes.



18. Représentativité

S'attendre à ce qu'un groupe ou une personne ait certaines vertus sans avoir de réelles informations sur la personne. Cela nous permet d'identifier rapidement des étrangers comme des amis ou des ennemis, mais nous avons tendance à en user et abuser.



19. Biais du survivant

Une erreur qui apparaît lorsqu'on se concentre sur les exemples de succès, ce qui nous entraîne à mal évaluer la situation. Par exemple, nous pourrions penser qu'il est facile de devenir entrepreneur parce que nous n'avons jamais entendu parler de tous ceux qui ont échoué.



20. Biais du zéro-risque

Les sociologues ont découvert que nous aimons la certitude, même si cela se révèle contreproductif. Éliminer entièrement le risque signifie qu'il n'y a aucune possibilité de causer du tort.



SOURCES: Brian Brown, Effect of Information Availability on the Availability of Information, Journal of Personality and Social Psychology, February 1984; The Bias Blind Spot: Perceptions of Bias in Self Versus Others, Personality and Social Psychology Bulletin, The Cognitive Effects of Mass Communication, Theory and Research in Mass Communication, The Inevitable Effect: Physicians and Jurors, Judgment and Decision Making, The New York Times, The Wall Street Journal, Wikipedia, You Are Not So Smart, DharmaHub

REMARQUE IMPORTANTE

<https://www.usabilis.com/definition-biais-cognitifs/>

Exemples de biais cognitifs

Tout,
tout de
suite



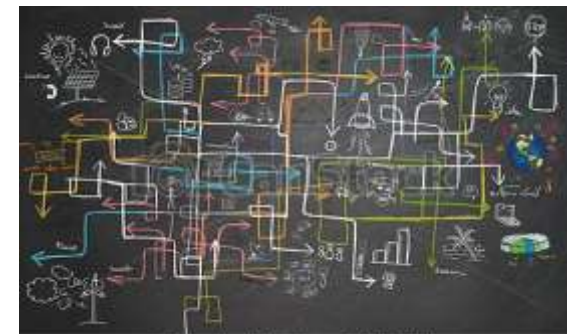
Déni



**Imitation sociale,
mimétisme** : suivre la
majorité

Captation de l'attention

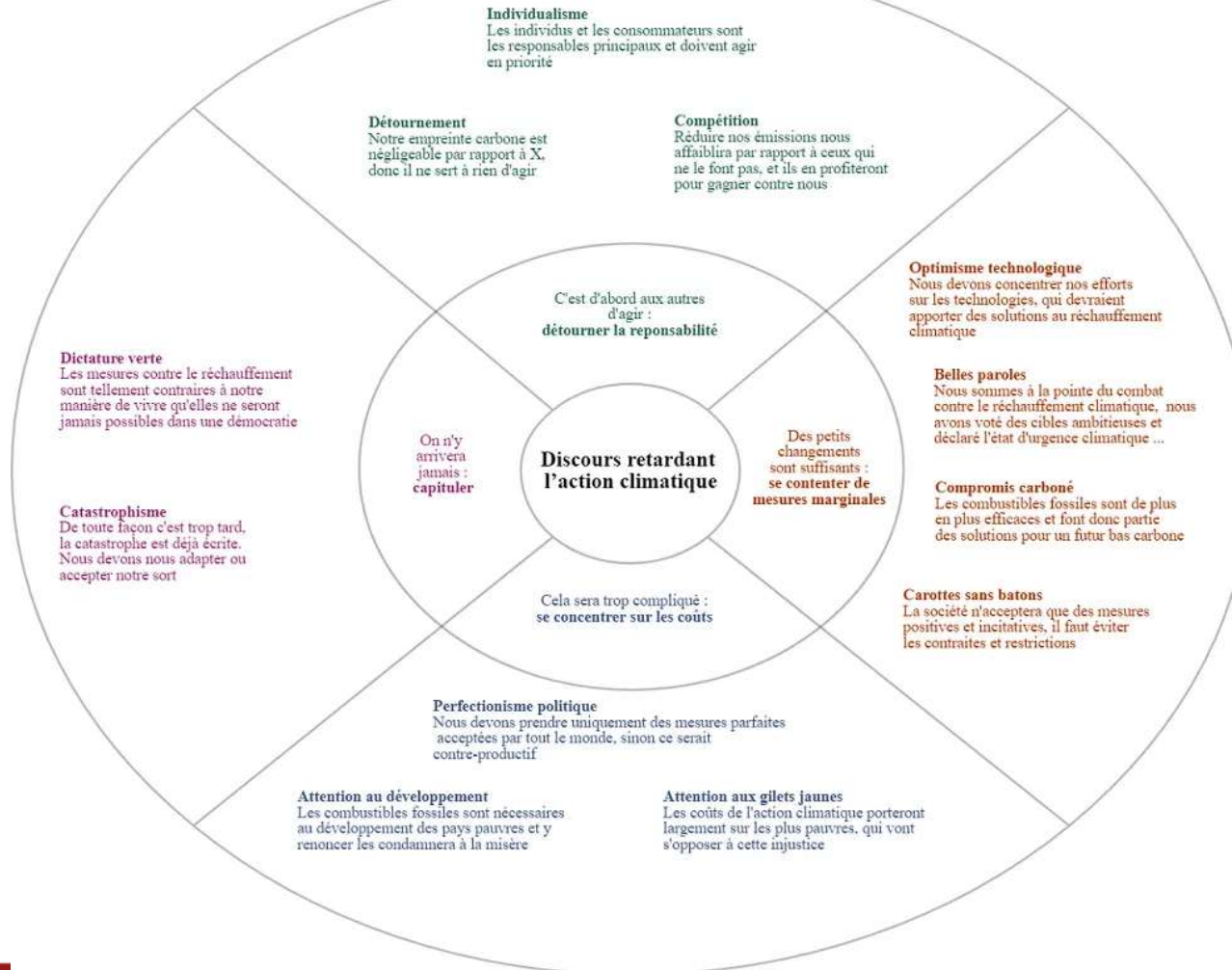
Complexité



© Can Stock Photo - csp24978474

Les 12 Freins à l'action

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



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

Les 12 Freins à l'action

- « **C'est trop tard** » : Oui, pour éviter les dégâts, non, pour vivre encore dans un monde soutenable. Et plus nous attendons, plus les dégâts seront graves
- « **Le changement est impossible** » : Un beau contre exemple est la crise sanitaire.
- « **Le changement doit surtout être fait par les individus** » : Faux, de nombreux problèmes sont systémiques et nécessitent des changements structurels que les individus ne peuvent pas assumer seuls.
- « **C'est d'abord aux autres d'agir** » : par exemple, les Chinois.. oui, 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.....
- « **Des paroles.. peu d'actes** » : Des discours enflammés de mesures historiques bien peu suivi d'effets
- « **L'efficacité énergétique** » : Paradoxe de jevons :-)
- « **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.

Agir plus largement pour atteindre les 25 %



□ **Réfléchir**



□ **Ralentir**



□ **Sobriété**



□ **Refuser**



□ **Réduire ses déplacements, sa consommation**



□ **Relocaliser son alimentation et sa consommation au sens large**



□ **Analyser** ses véritables besoins **et** Élargir sa réflexion au **service numérique** et à la société dans son ensemble : **Éco-concevoir** « la satisfaction des besoins » de façon **systemique** pour éviter les transferts de pollution, les effets indirects et les effets d'accélération

□ **Se former** : EcoInfo (séminaires, ANF)



□ **Bilan Carbone** (ecoDiag d'EcoInfo associé avec labo1point5)

□ **Se rapprocher** des démarches plus globale que les seuls aspects informatique (labo1point5, Shift Project, Appel des 1000 scientifiques, Associations etc...)

Pour se faire une idée d'où agir



	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]

[3] Basé sur un véhicule émettant 140gCO2/km

[4] http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?repas.htm

[5] Estimation groupe dd-batimag

[6] https://www.dell.com/learn/us/en/uscorp1/corp-comm/environment_carbon_footprint_products

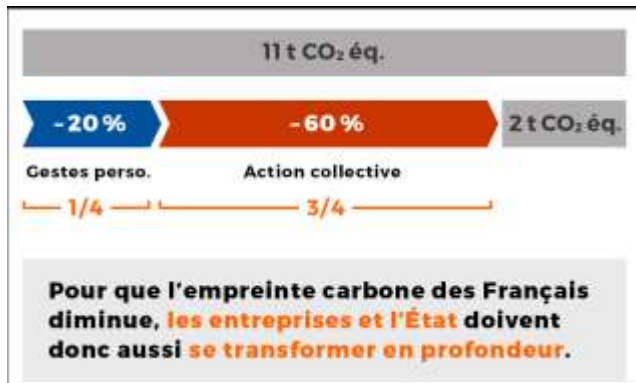
[7] Estimation groupe EcoInfo à partir des données de consommation des mésocentre (prise en compte climatisation et nombre d'heures de calcul effectif dans l'année, facteur d'impact : 0,119 kgCO2e/kwh)

Conclusion : 7RS

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



Faire Sa Part



Ralentir : « La vie n'est pas une course. Prenez la plus lentement »



Sobriété



Réfléchir



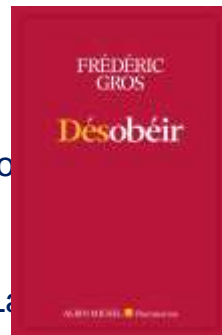
Sites Web et Lectures

- **Quelques sites web**

- [Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet](#)
- [Jean Marc Jancovici](#)
- [La sixième extinction](#)
- [Le climat en questions](#)
- [Évaluation des impacts environnementaux de l'informatique : Quels outils ? Quelles limites ?](#)
- [Une infographie sourcée](#)
- [Adaptation du vivant](#)

- **LIVRES**

- [Momo](#) (Michael Ende)
- [Le Passeur](#) (Lois Lowry)
- [Le Bug humain](#) (Sébastien Bohler)
- [Désobéir](#) (Frédéric Gros)
- [Sortir de la croissance](#) (Éloi Laurent)



Sites « Institutionnels », se former, s'informer



- EcoInfo
- ADEME
- 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

Merci :-)



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



Un peu de psychologie individuelle

De nombreux biais fonctionnement influencent nos comportements

- **Imitation sociale, mimétisme** : il est efficace et confortable de suivre la majorité
- Tendance de **surévaluer des risques immédiats et proches**, spectaculaires, nouveaux, etc.
 - Un accident qui arrive à un proche est beaucoup plus saillant que des statistiques d'accident (Staline : « *la mort d'un homme est une tragédie, la mort de millions d'hommes est une statistique* », morts par morsures de requins ou par portable)
- **Déni** :
 - On attribue (beaucoup) plus de poids à des experts qui ont des attitudes ou valeurs similaires aux nôtres et on se méfie des opinions/faits émis par des personnes qui ont quelques attitudes différentes des nôtres ;
 - On rejette le discours de quelqu'un qui pointe des problèmes mais n'apporte pas la solution
 - Des faits contraires communiqués par d'autres experts peuvent même renforcer ma position (e.g. en développant une théorie du complot)
 - Plus une personne climato sceptique est de formation scientifique, plus elle résiste aux faits !
 - On évite de savoir...

Un peu de psychologie individuelle

De nombreux biais fonctionnement influencent nos comportements

- **Aversion aux pertes** : Changer des habitudes et consommer moins est encore plus difficile si les « gains » sont situés dans un avenir lointain
- **Préférence innée pour l'immédiateté** : plus un avantage est éloigné dans le temps, moins il a de la valeur pour notre cerveau ; La possibilité accrue d'avoir « tout » « tout de suite » semble diminuer notre capacité d'attente et de patience. Le numérique est un accélérateur permettant l'instantanéité de la satisfaction des cinq « renforceurs » primaires chez l'être humain (nourriture, sexualité, statut social, absorber de l'information et tout cela avec le minimum d'efforts)
- **Perception** : Les problèmes environnementaux sont difficiles à percevoir par nos sens : inodores, incolores, distants dans le temps et dans l'espace (quoique...) ; Le cerveau humain ne comprendrait pas l'exponentielle... et on observe un glissement des points de référence : on s'habitue aux mauvaises nouvelles, des tornades intenses et fréquentes deviennent vite la règle...

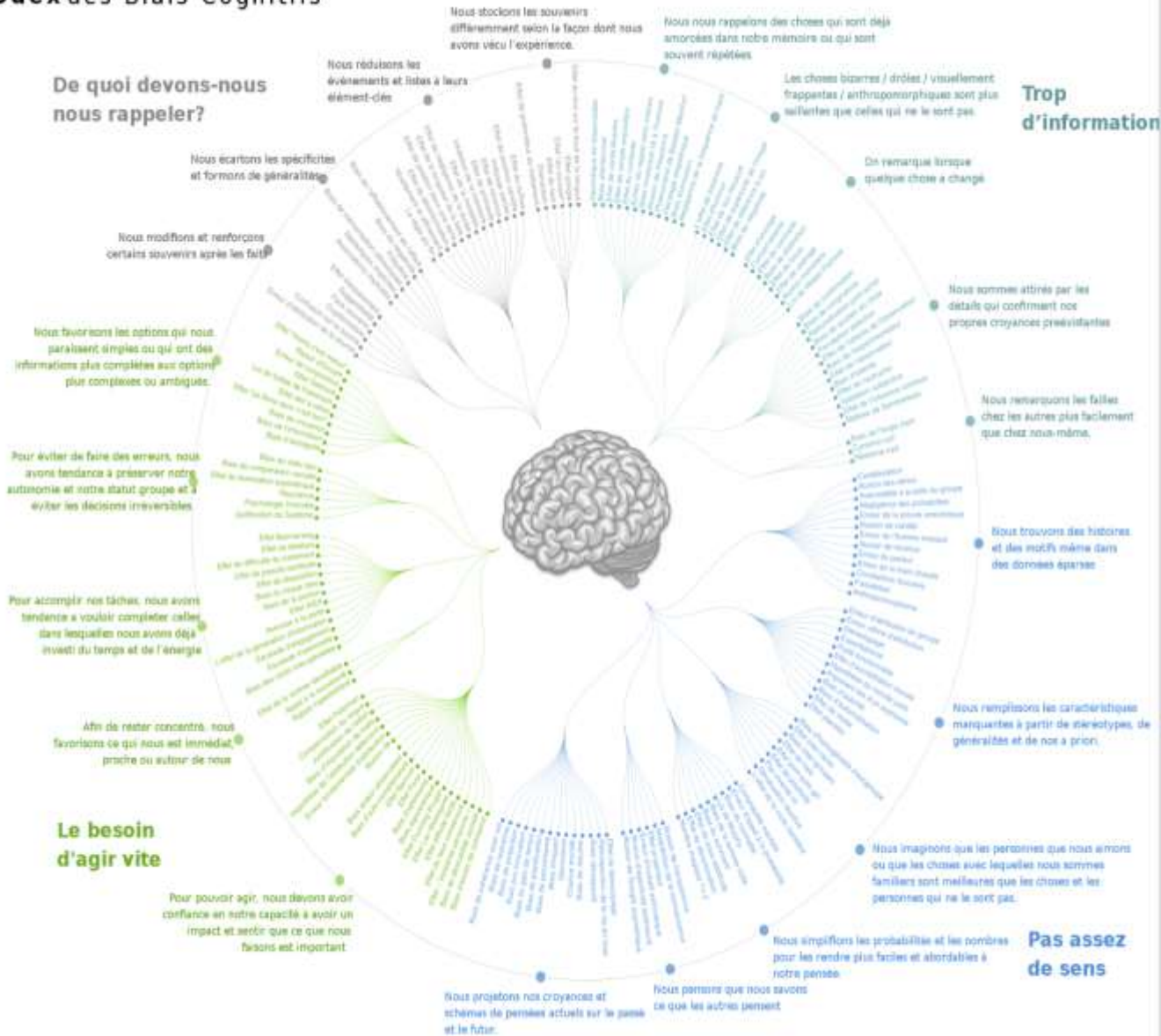
Globalement, même en connaissant les faits scientifiques, il semble difficile de **ressentir** les enjeux environnementaux « **dans ses tripes** »

- **Économie de la captation de l'attention : Moins de temps et d'espace pour penser autrement**
 - Utilise les mécanismes individuels de la récompense
 - Sature notre cerveau
- **Complexification du système : Moins de degrés de liberté pour changer**
 - Moins de visibilité (algorithmes)
 - Dilution des responsabilités
 - Paralysant
- Il « suffit » pourtant de **convaincre environ 25 %** de la population pour changer la société : (<https://science.sciencemag.org/content/360/6393/1116.full>)

Codex des Biais cognitifs

<https://www.usabilis.com/definition-biais-cognitifs/>

Codex des Biais Cognitifs



DESIGHACKS.CO · CATEGORIZATION BY BUSTER BENSON · ALGORITHMIC DESIGN BY JOHN MANDOGIAN III (JW3) · DATA BY WIKIPEDEA 