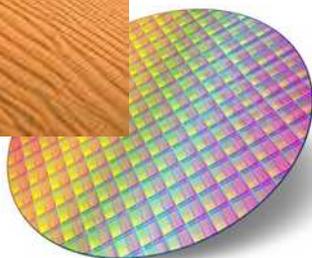


Le numérique, accélérateur de l'Anthropocène



14 Mars 2024

 Love Data Week



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

Didier Mallarino

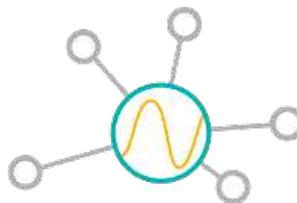
Qui suis-je ?

Ingénieur de recherche **CNRS**

« 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, Supelec, 10 ans dans le secteur privé, CNRS en 2002
- **Activités** :
 - Science ouverte & data management, Projets Scientifiques, Support Informatique, PEPR Numpex
 - Cours et Intervention école d'ingénieur et université
- **Pilotage** du réseau **SIST** et du **GDS EcoInfo**

Et un grand **merci** à mes nombreuses sources pour l'inspiration de l'ensemble de ces slides :-) qui reflètent un avis personnel et non celui de mon employeur



- Création en **2015**
 - Soutenu par le **CNRS** au travers de l'Institut National des Sciences de l'Univers (**INSU**)
- Un comité de pilotage de 6 personnes
- Plus de 350 inscrits au réseau
- **SIST** S'inscrit dans le périmètre de la **Science Ouverte** et des principes **FAIR** pour une gestion qualitative et pérenne des données d'observation de la recherche

Un site web : <https://sist.cnrs.fr/>

Une liste de diffusion : <https://listes.services.cnrs.fr/www/info/sist>

- 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

- Le contexte environnemental ou **pourquoi il faut agir maintenant** ?
- Comprendre les impacts du **numérique**
- Les **axes pour agir** aux échelles individuelle et collective



Global

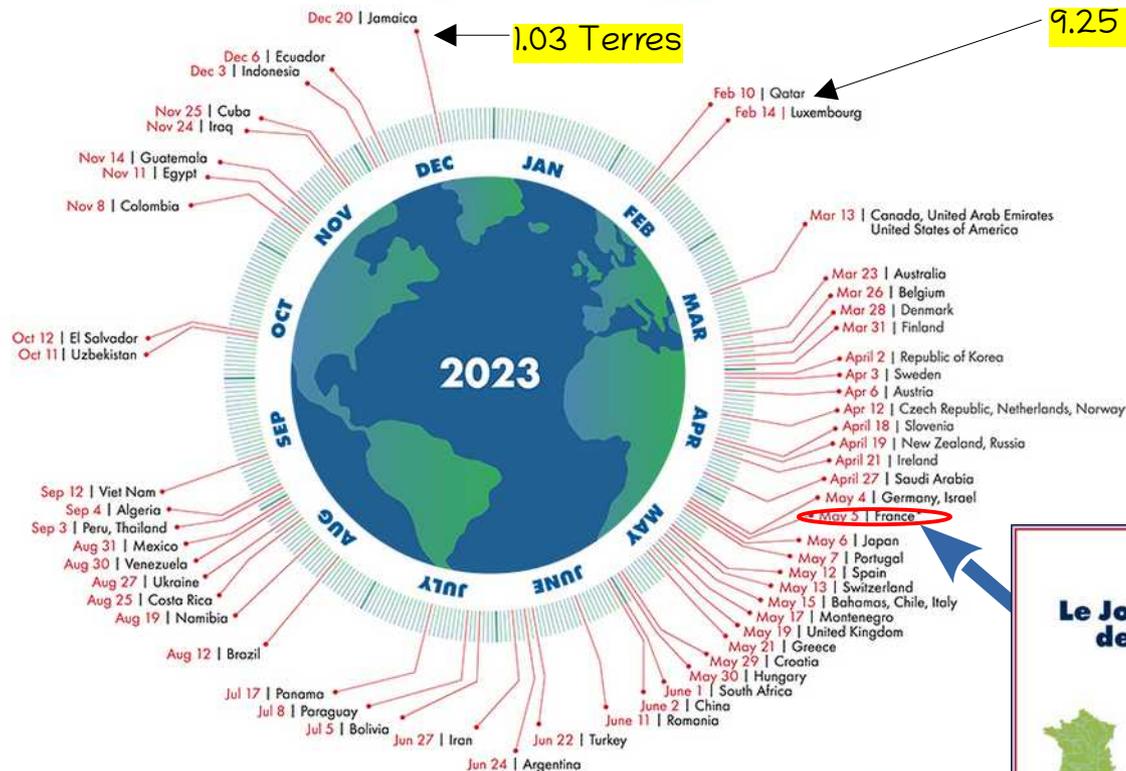
Indicateur global: Earth Overshoot Day (Jour du dépassement, 5 mai 2023 pour la France)

- 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



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



Le Jour du dépassement de la France tombe le 5 mai

Si tout l'humanité vivait comme la population française, il faudrait 2,9 Terres pour subvenir à ses besoins.

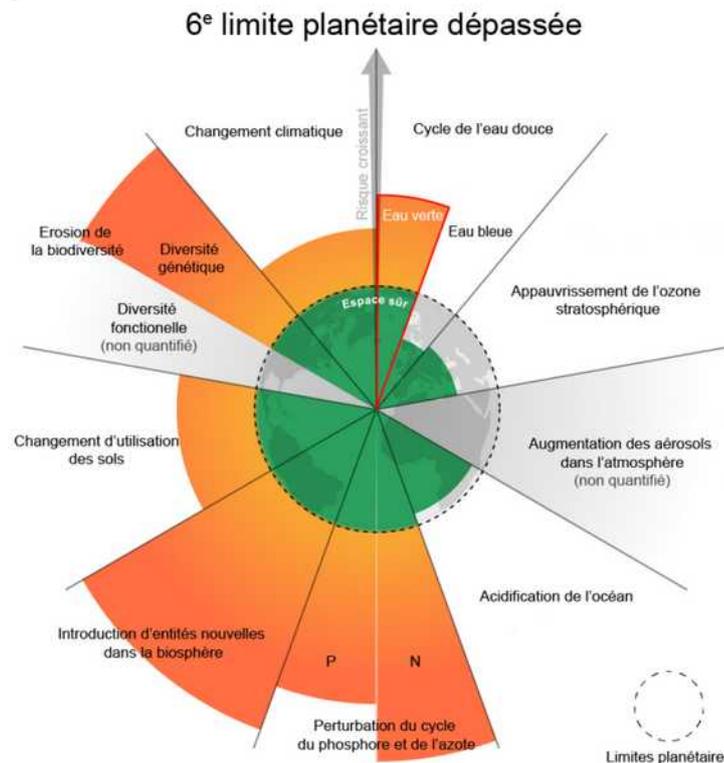
overshootday.org/france

Frontières planétaires

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

6 frontières déjà dépassées et des interactions fortes entre elles

- **Changement climatique**,
- **Biodiversité** une espèce sur huit risque de disparaître à brève échéance ; Sixième extinction de masse
- **01/2022 : pollutions chimiques** (eaux, sols, atmosphère)
- **Destruction** des **sols** et des habitats (62 % / 75%),
- **Modifications** des cycles **géochimiques**,
- **04/2022 : Modifications du cycle de l'eau douce** (eaux vertes & eaux bleues)
- **Acidification des océans**,
- **Ozone stratosphérique**
- Charges atmosphérique en aérosols : Manque d'études mais facteur majeur



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.

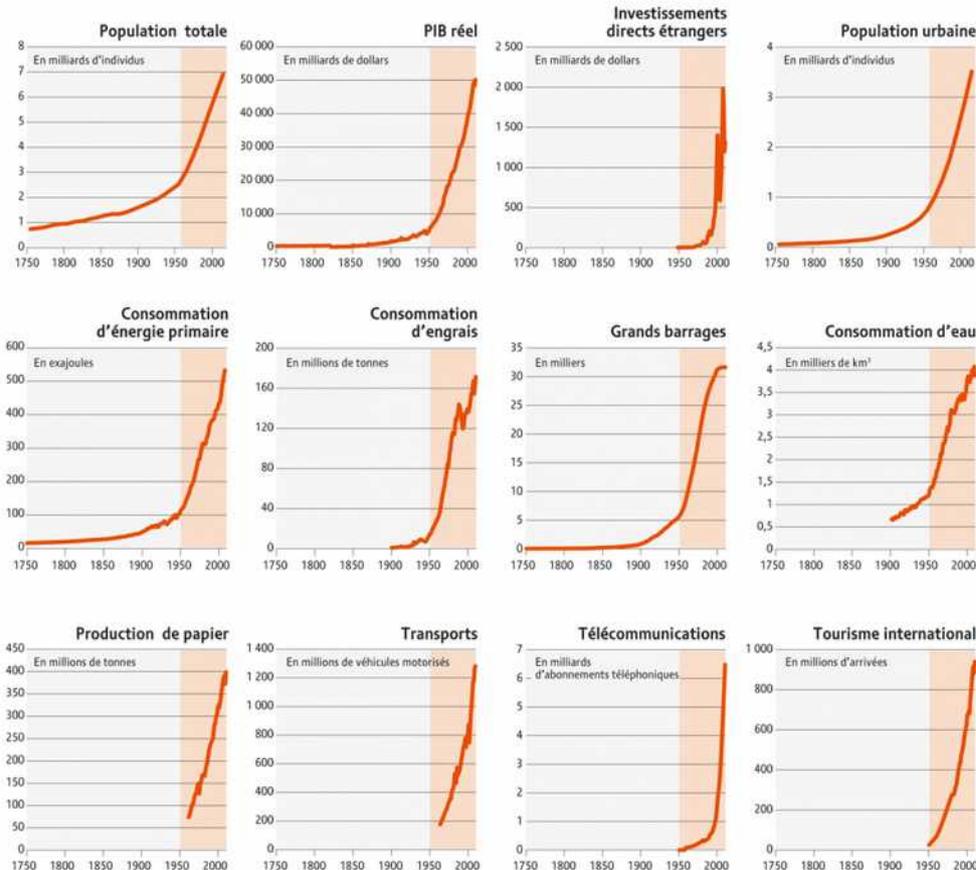
Crédit : Wang-Eriandsson et al. (2022)
Stockholm Resilience Center

Traduction Sydney THOMAS pour @BonPote



La grande accélération

Développement socio-économique



Source : Will Steffen, Wendy Broadgate, Lisa Deutsch, Owen Gaffney et Cornelia Ludwig, « The trajectory of the Anthropocene : the Great Acceleration », *The Anthropocene Review*, 2015 (données : International Geosphere-Biosphere Programme et Stockholm Resilience Centre).

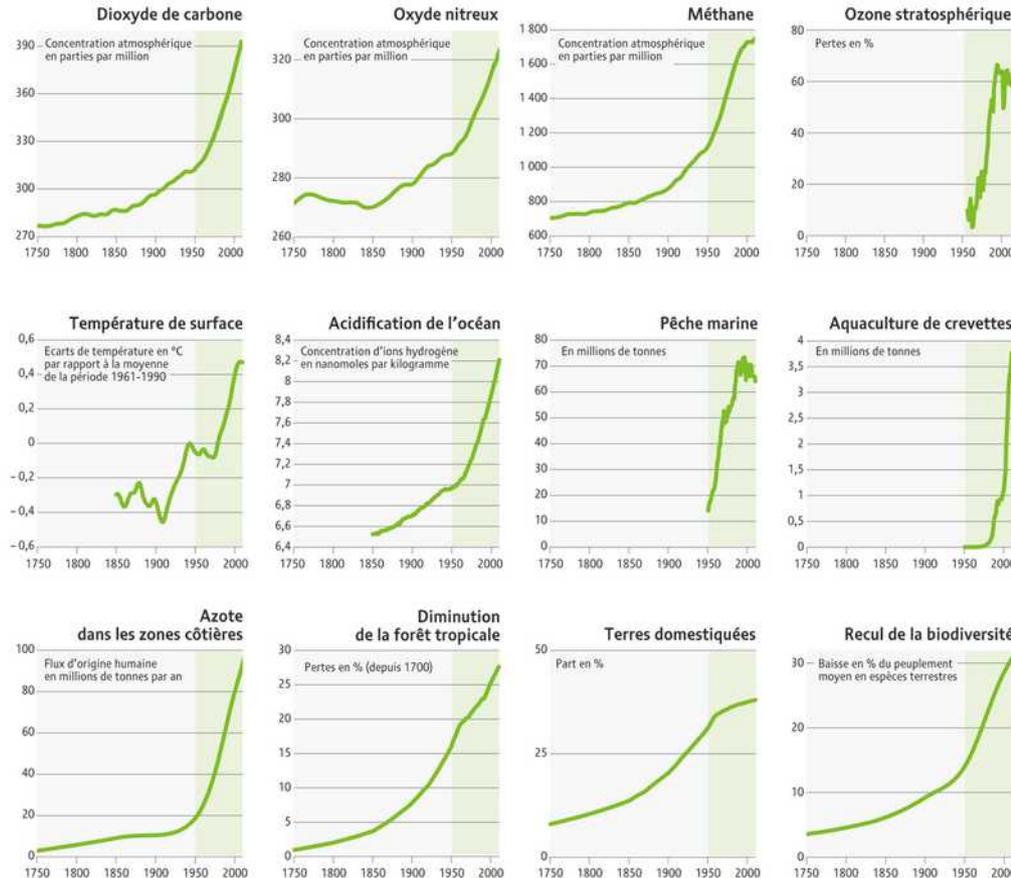
12 indicateurs socio-économiques :

- (1) Steffen et al. (2015), The trajectory of the Anthropocene: The Great acceleration, *The Anthropocene Review*
- (2) Charts based on US Census Bureau and UN population estimates. Image: DSS Research

<https://www.monde-diplomatique.fr/cartes/acceleration-terrestre>

La grande accélération

Evolution du système Terre



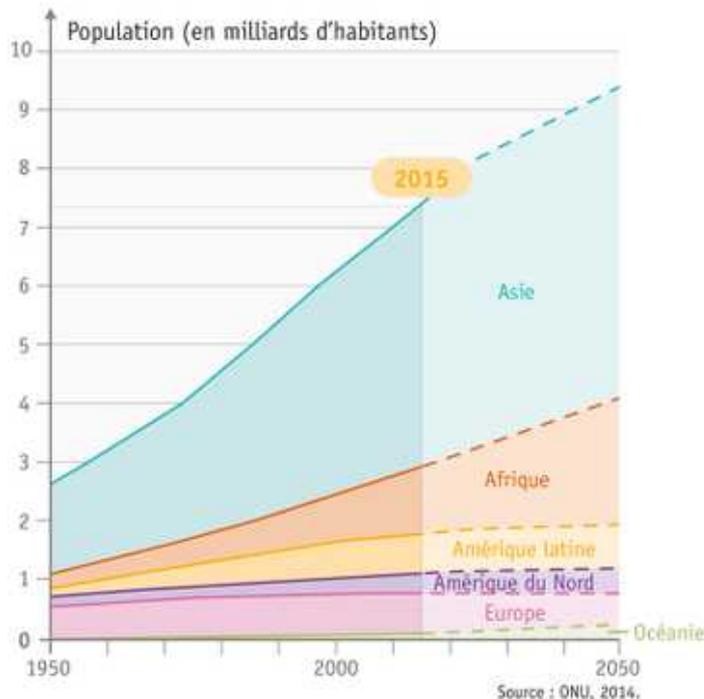
12 indicateurs du système Terre :

(1) Steffen et al. (2015), The trajectory of the Anthropocene: The Great acceleration, The Anthropocene Review
(2) Charts based on US Census Bureau and UN population estimates. Image: DSS Research

<https://www.monde-diplomatique.fr/cartes/acceleration-terrestre>

Petit point sur la croissance démographique

- Les causes de cette accélération globale sont **humaines**
- Mais, les causes sont **loin d'être totalement** liées à la croissance démographique
 - Même si aujourd'hui, **+2,64 personne chaque seconde**, source : <https://www.ined.fr/>



Les 1 % les plus riches = 16 % des émissions mondiales liées à la consommation en 2019,

- ✓ Les 1 % les plus riches ont généré autant d'émissions de carbone que les 5 milliards de personnes qui représentent les deux tiers les plus pauvres de l'humanité

Les 10 % les plus riches sont responsables de la moitié des émissions mondiales.

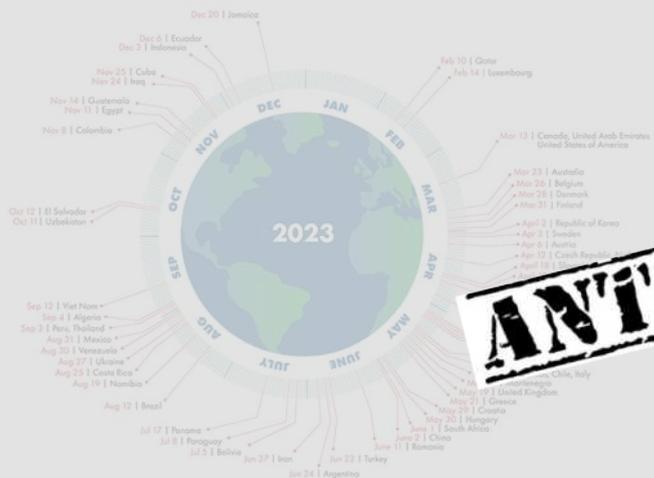
- ✓ Il faudrait près de 1 500 ans à une personne appartenant au 99 % restants de l'humanité pour générer autant d'émissions de carbone que les milliardaires les plus riches produisent en un an.

Source <https://www.oxfam.org/fr/>

Frontières planétaires

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 reworked data. See overshootday.org/france.
 Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, 2022 Edition
data.footprintnetwork.org



6^e limite planétaire dépassée



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 et al. (2022) Stockholm Resilience Center
 Traduction Sydney THOMAS pour @bonnote



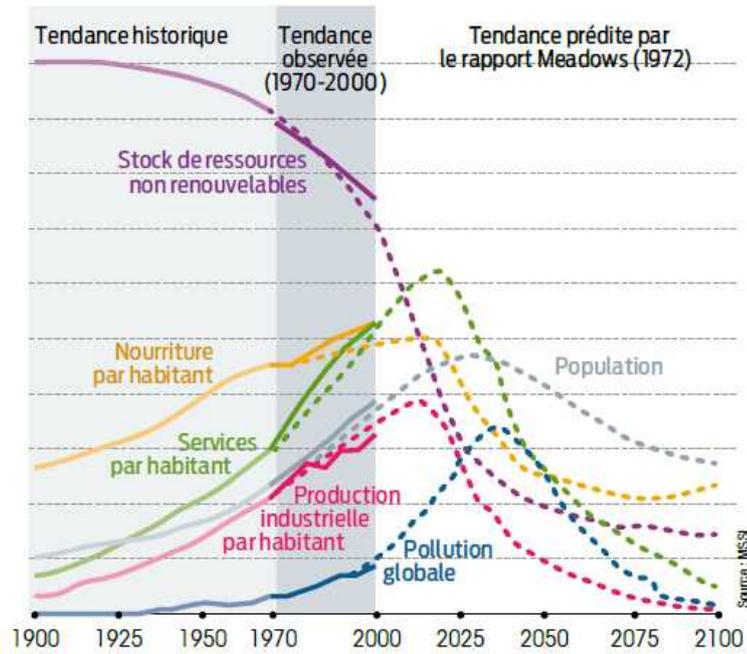
En 1972

- Dès **1972** : « **le rapport Meadows** » commandé par le « **club de Rome** » a été produit par un groupe de réflexion d'universitaires du MIT : Donella et Dennis Meadows, Jørgen Randers, William W. Behrens.
- Ce rapport pointe déjà clairement les limites de la **croissance démographique** et surtout **économique** qu'il propose de contenir s'attaquant au cœur même de la logique libérale.
- *Le 1er mars 2012, **40 ans plus tard**, la Smithsonian Institution publie une version actualisée et confirme les conclusions de 1972 :*
 - *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*

https://fr.wikipedia.org/wiki/Club_de_Rome & <https://blogs.mediapart.fr/jean-paul-baquiast/blog/080412/1972-2012-le-club-de-rome-confirme-la-date-de-la-catastrophe> & <https://www.uved.fr/fiche/ressource/le-rapport-meadows-1972> & <https://steep.inria.fr/faq-50-ans-du-rapport-meadows/>

Les résultats du rapport

"Celui qui croit à une croissance exponentielle infinie dans un monde fini est soit un fou, soit un économiste"



Mais à l'époque déjà, et encore aujourd'hui :
« Pour sauver l'économie, il faut acheter, acheter n'importe quoi »

Dwight D. Eisenhower (1890-1969), 34e président des USA



<http://jeanzin.fr/2012/09/11/la-societe-de-consommation-avant-le-capitalisme/>

Mini liste non exhaustive pour prendre la mesure du problème

- Risque d'arrêt rapide de la circulation océanique,
- Du plastique partout, y compris dans nos organismes,
- Fonte rapide des glaciers de montagne et disparition des ressources en eau estivale,
- Élévation des niveaux des océans : ~ 70% des littoraux mondiaux connaîtront un changement qui affectera + de 700 millions de personnes vivant à moins de 10 mètres au dessus du niveau marin,
- Accélération forte de la progression des déserts : + 1500 km² / an pendant les années 60, + 3600 km² / an en 2000,
- Les 4/5 des forêts primaires ont disparu et elles continuent à disparaître au rythme d'environ 5 à 10% tous les dix ans,
- Le taux actuel de disparition des espèces est ~100 fois plus rapide que la moyenne naturelle à long terme ; . L'évolution moyenne de l'abondance relative de 31 821 populations représentant 5 230 espèces suivies dans le monde a diminué de 69 % (L'indice Planète Vivante mondial de 1970 à 2018 - Rapport 2022 WWF).

- Une **responsabilité humaine et tout particulièrement des pays riches indiscutable**,
- Des conséquences à nos actions **délétères** pour le vivant et donc, pour nous même,
- Une **situation complexe**, avec beaucoup d'interactions

Synthèse

- Une **responsabilité humaine** et tout particulièrement des **pays riches indiscutable**,
- Des conséquences à nos actions **délétères** pour le vivant et donc, pour nous même,
- Une **situation complexe**, avec beaucoup d'interactions



©Bésot Tous droits réservés. Toute reproduction, diffusion publique, usage commercial sont interdits sans l'autorisation de l'auteur.

Agir ?

- Accepter la complexité → **Pensée complexe, regard systémique et interdisciplinaire**
- **Ralentir**



- Accepter la complexité → **Pensée complexe, regard systémique et interdisciplinaire**
- **Ralentir et Réfléchir**



- Accepter la complexité → **Pensée complexe, regard systémique et interdisciplinaire**
- **Ralentir et Réfléchir**



Attention

Réfléchir^x
c'est commencer à
Désobéir

Le Numérique



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

- Mais « le numérique », 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/>

Le Numérique

Voyons voir ça avec Sylvain....

Impacts indirects et effets rebonds

Mais quand même, le numérique, c'est un outil génial qui **optimise** et améliore **l'efficacité** des autres secteurs ?

Impacts indirects et effets rebonds

C'est sans compter sur l'effet rebond....

C'est quoi l'effet rebond ?

L'effet rebond désigne un **accroissement** de la **consommation** provoqué par la **réduction des limites** qui étaient jusque-là posées à l'usage d'un bien, d'un service ou d'une technologie. **L'effet rebond caractérise un effet pervers et paradoxal des progrès en matière d'efficacité énergétique.** 1865, le **paradoxe de Jevons** : le charbon et les machines à vapeur plus efficaces

✓ Effets rebonds directs

- ✓ Les gains d'efficacité sont directement investis sur un sur usage : exemple : les économies de matières générées par la miniaturisation vont être absorbées par la multiplication du nombre de petits appareils électroniques.

✓ Effets rebonds indirects

- ✓ On va réinvestir l'argent économisé pour consommer autre chose : exemple : le télétravail induit des déplacements non prévus qui compensent les trajets domicile/travail

✓ Effets rebonds structurels

- ✓ Le numérique induit de profonds changements sociétaux non évalués ayant des impacts considérables sur la plupart des autres secteurs.

Le numérique : d'innombrables effets indirects

- **Accélération** sociétale
- **Dépendances & globalisation**
- **Rapport de force** en faveur des grands groupes privés
- **Obsolescence** rapide (programmée... ou non)
- **Illectronisme** & fracture numérique
- **Addictions, IFS** (Syndrome de **Fatigue** Informationnelle), **concentration**



Le numérique : d'innombrables effets indirects



- **l'Intelligence Artificielle** : atout ou encore un coup d'accélérateur ?
 - **Affaiblissement démocratique** : fake news, manipulation des opinions par les réseaux sociaux, publicités omniprésentes et profilage individuel
 - **Société de surveillance**
 - **Armes autonomes**
 - **Explosion de la consommation des ressources** (eau, énergie, matière)



Le numérique, c'est concret

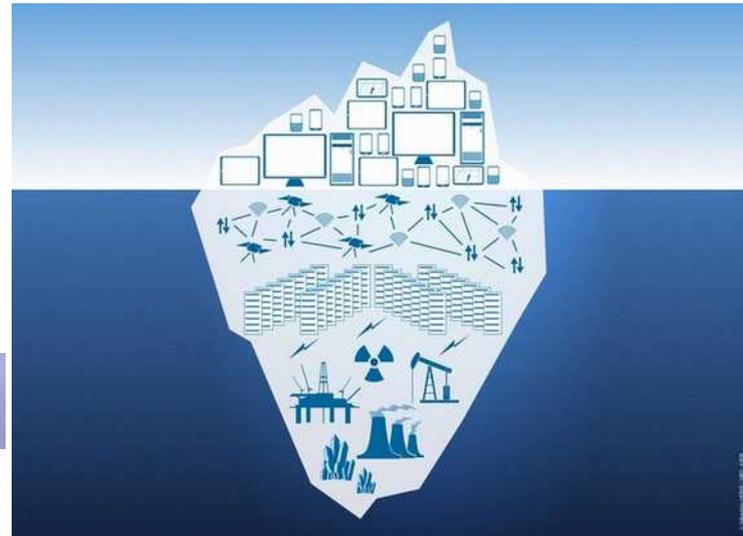
5 milliards de **personnes** connectées



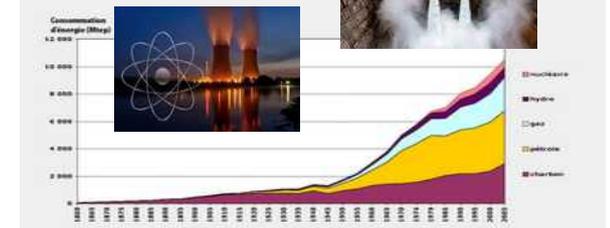
La Chine a produit 1.8 milliards de smartphones en 2018 (Statista)



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



Des ressources



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

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

Les freins à l'action

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



Juste quelques pistes pour commencer à réfléchir :

Les freins

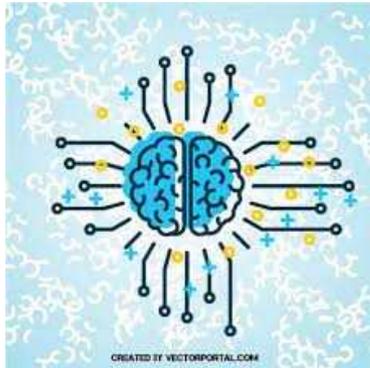


Maud Caillaux
@Maud_Caillaux



Bonne nouvelle : le réchauffement climatique n'existe pas, j'ai très froid aujourd'hui. Aussi, autre bonne nouvelle : la faim dans le monde n'est plus un sujet, j'ai bien mangé. CQFD

Les freins



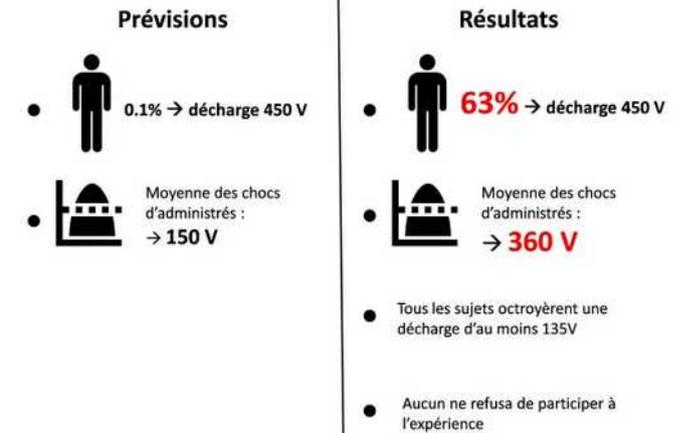
Nous ne sommes clairement pas (seulement) des « machines objectives et rationnelles » mais aussi (beaucoup) des **animaux sensibles et émotionnels**, avec de nombreux « défauts »



<https://www.radiofrance.fr/franceinter/pourquoi-avons-nous-tendance-a-oublier-que-l-humain-est-un-animal-comme-les-autres-9305205>

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.*
- Des mécanismes de **Soumission à l'autorité** (expérience de Stanley Milgram) – biais d'autorité



Des freins « biologiques » / individuels

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

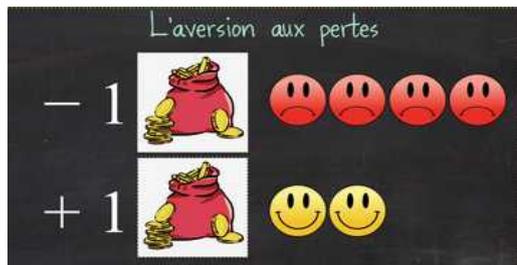


<https://www.flaticon.com/fr/auteurs/jocularityart?type=sticker>



[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

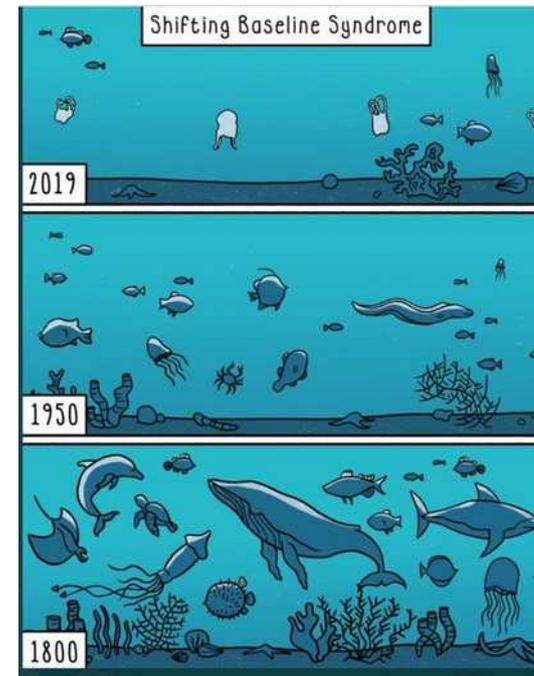
Des freins « biologiques » / individuels



Effet de mode



Biais de la tache aveugle



Mécanisme d'accoutumance

Des freins sociaux

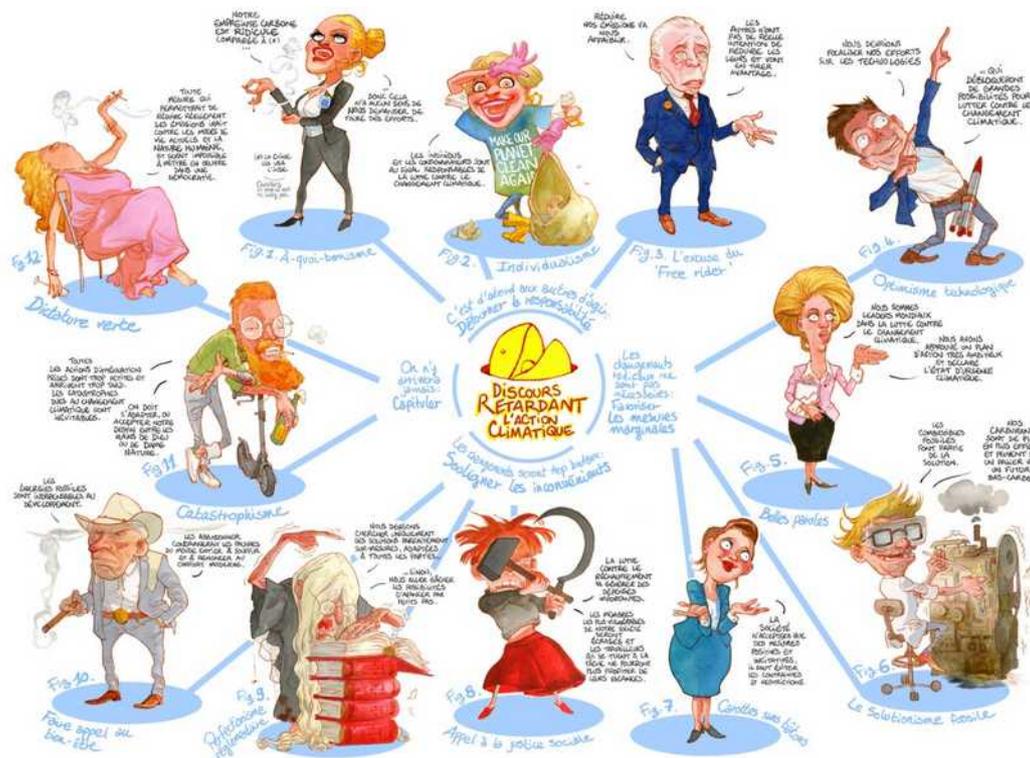
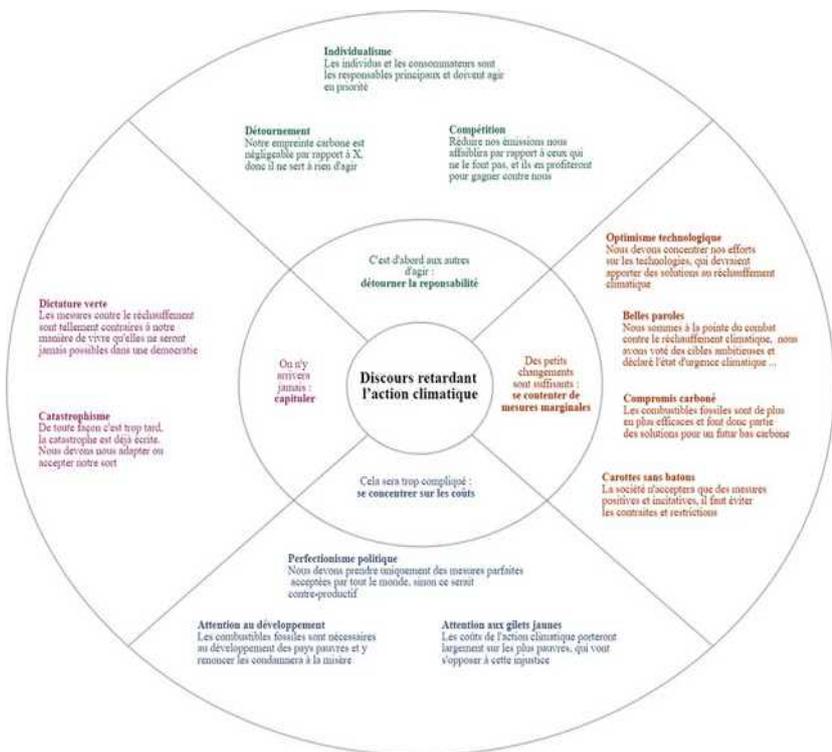
- **L'économie de l'attention** : retenir (et monnayer) le maximum de « temps de cerveau disponible »
- **L'idéologie de l'immédiateté** (tout, tout de suite)
- Détourner l'attention : le **greenwashing**



<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 »

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



Et pour éviter ça....



Franquin

Il va falloir agir ...

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple, adopter une pensée complexe



- Ralentir
- Réfléchir

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 » c'est bien
la première action à
laquelle il faut réfléchir



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** sans en créer de nouveaux.
- Une démarche qui consiste :
 - à questionner le besoin et l'usage des produits et services dans un **objectif d'équité et d'intérêt général** avec un regard **systemique**.
 - à concevoir, fabriquer et utiliser les équipements et services en tenant compte des **besoins sociaux fondamentaux et des limites planétaires**.

Mais où, et comment agir ?

Pas de réponse simple, accepter la complexité

Réfléchir & Ralentir

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

Sobriété

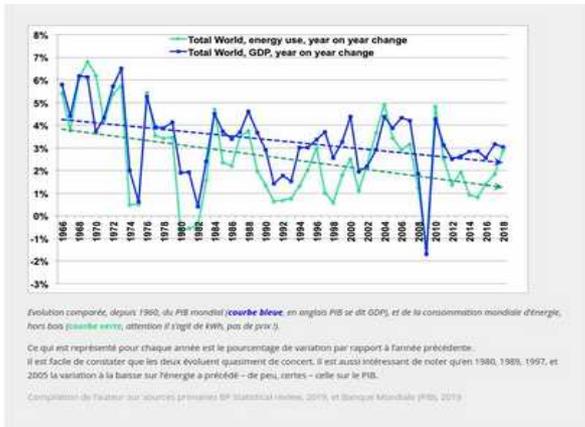
- **Low Tech** : Une technologie **sobre, résiliente, robuste**, facile à maintenir, ayant peu de dépendance, facile à comprendre, réparable, locale ⇒ **c'est un peu plus complexe dans le numérique, mais c'est aussi un véritable défi pour l'ingénierie et la recherche.**

Agir

Jean-Marc Jancovici :
"si vous voulez plus de PIB vous aurez plus de CO2... tant que ça passe"

Timothée Parrique :
« Il faut crée de l'espace pour d'autres indicateurs et déboulonner le PIB ! »

Eloi Laurent : « Le PIB ne permet pas de rendre compte de la réalité sociale ou écologique »



Patrick Arthus, économiste au Cercle des économistes qui note dans une tribune que "dans l'économie du produit intérieur brut (PIB), on maximise la production, la consommation" or "produire et consommer toujours plus accroît les inégalités et les "externalités" négatives liées au climat, chômage, précarité".

Décroissance ?

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

⇒ **changer nos indicateurs économiques pour un modèle « post croissance »**

- 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**

<https://www.novethic.fr/actualite/environnement/ressources-naturelles/isr-rse/apres-l-allemande-la-france-pourrait-completer-le-pib-par-de-nouveaux-indicateurs-pour-piloter-ses-politiques-publiques-150561.html>

& <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2022-02/classements-internationaux-environnement-fevrier2022-1.pdf>

- Complexité : **pensée complexe**, rejeter la pensée en silo
- **Ralentir** pour bien **Réfléchir** avant d'agir face à l'urgence environnementale....
- Les 5R : **Refuser**, Réduire, Réutiliser, Recycler & Rendre à la terre
- **Sobriété, Low Tech**
- **Résilience et robustesse** vs efficacité
- **Décroissance** ou plutôt « post croissance » : changer nos indicateurs

Donner du sens

Agir sur le numérique

- ✓ **Pertinence** : Est-ce UTILE ? : **Ne pas** produire/développer/fabriquer/consommer
- ✓ **Sobriété** : Répondre aux besoins & bien dimensionner sa solution
- ✓ **Simplicité** : **Éco-conception** matérielle, logicielle et données en tenant compte des cycles de vie
- ✓ Faire **durer** le plus longtemps possible : **mutualiser** (à la bonne échelle) & **réutiliser**
- ✓ **Critères responsable** (origines équitables, normes, recyclés et recyclables) et **Standardisation**
- ✓ **Recycler** dans une filière responsable et labellisée
- ✓ **Sensibilisation aux enjeux environnementaux et sociétaux** (surveillance, manipulation, accélération)
- ✓ **Open Science & Open Hardware, Open Source, Open Data**
- ✓ Interroger la **reproductibilité** de la Science
- ✓ 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>



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

Agir dans son 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



Loi REEN : Réduire l'Empreinte Environnementale du Numérique

- **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

« Intégrer les enjeux environnementaux à la conduite de la recherche – Une responsabilité éthique »

- « La prise en compte des impacts environnementaux de la recherche doit être considérée comme relevant de l'éthique de la recherche, au même titre que le respect de la personne humaine ou de l'animal d'expérimentation »
- C'est au monde de la recherche lui-même d'ouvrir en son sein un large débat sur ces questions. Pour le COMETS, il s'agit là d'une exigence première, bien avant toute mise en place d'instances ou de critères d'« évaluation environnementale » des projets de recherche, lesquels sont loin d'être inutiles mais pourraient contribuer à routiniser un questionnement qui exige avant toute chose d'être constitué en réflexion collective approfondie

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



S'interroger plus loin

- **La transition énergétique est-elle possible ?** (Jean-Baptiste Fressoz, historien des Sciences)
- **Interroger** la notion même de **progrès** (Sophie Wahnich, François Jarrige)
- **L'hypothèse K** (Aurélien Barrau) : donner du sens ou trouver des solutions technologiques ?
- Repenser l'efficacité et favoriser la résilience et la robustesse ? **La troisième voie du vivant** (Olivier Hamant)
- **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.

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** ⇒ effet Rebond
- **Les freins à l'action**



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

Juste 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 CNRS Terre et Univers : <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)
 - IPBC / GIECo : International Panel on Behavior Change : <https://www.ipbc.science/> & <https://www.fonds-ime.org/>
- Objectifs Développement Durable de l'ONU (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>)

Lectures

