



Conférence - Débat

TRANSITION ÉCOLOGIQUE, POURQUOI ET OÙ TRAVAILLERONS -NOUS ?



SOMMAIRE



1. Pourquoi on est assis là ce matin ?
2. Passer d'un modèle à l'autre
3. Utiliser mes compétences pour l'intérêt général ?



1. Pourquoi on est assis là ce matin ?

DANS QUELLE
SOCIÉTÉ JE VIS ?

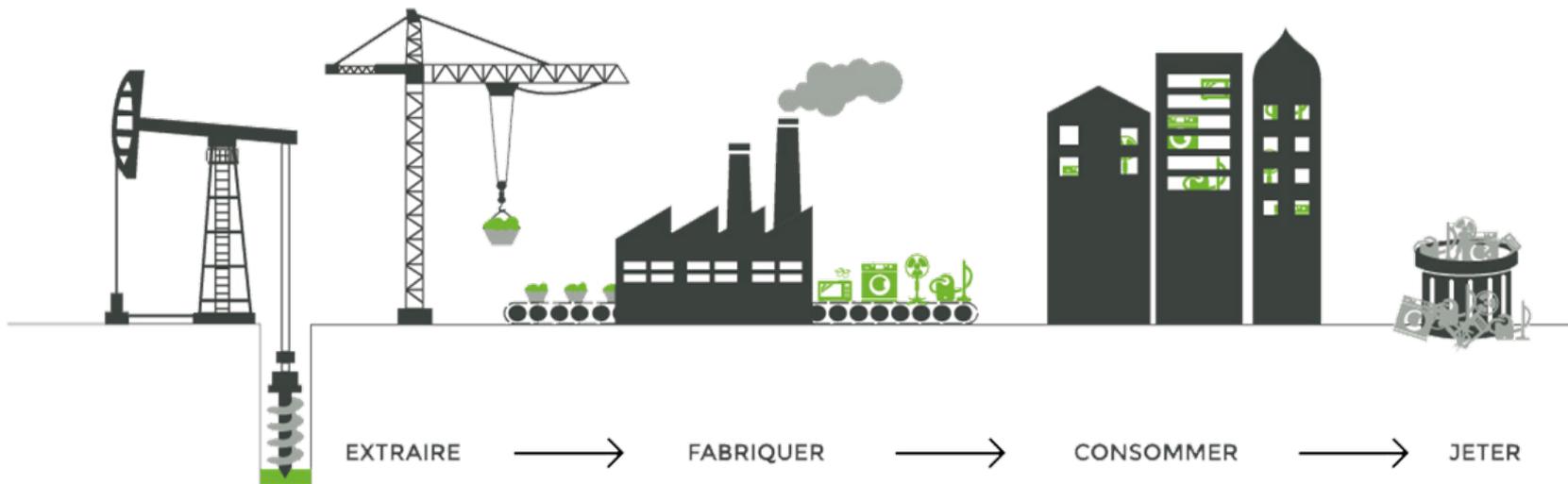


Un “modèle” de société qui n’est plus un “modèle” à suivre ?



Modèle linéaire

Le rapport “utilitariste”
à la nature

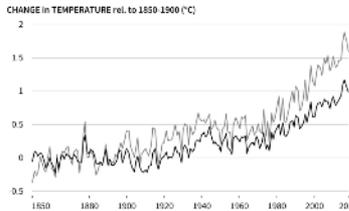
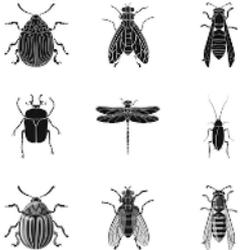


Ce modèle tourne. Mais jusqu’à quand ?

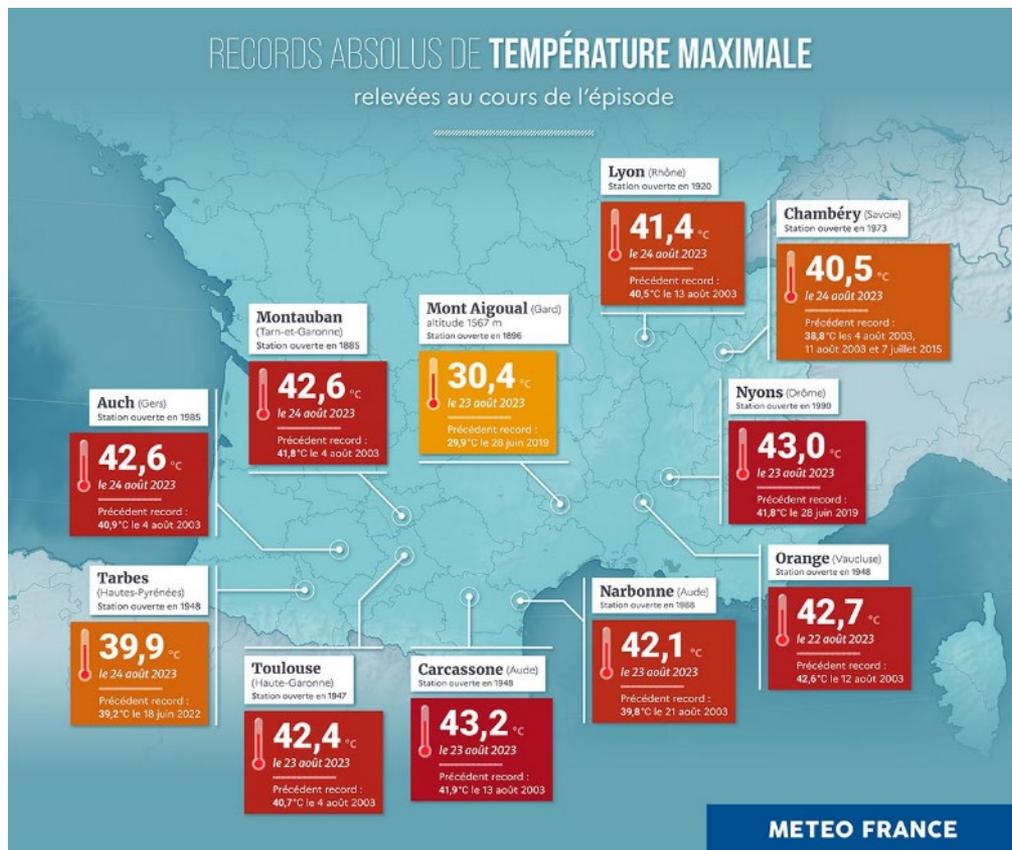
En quoi est-ce problématique de rester dans ce modèle de société ?



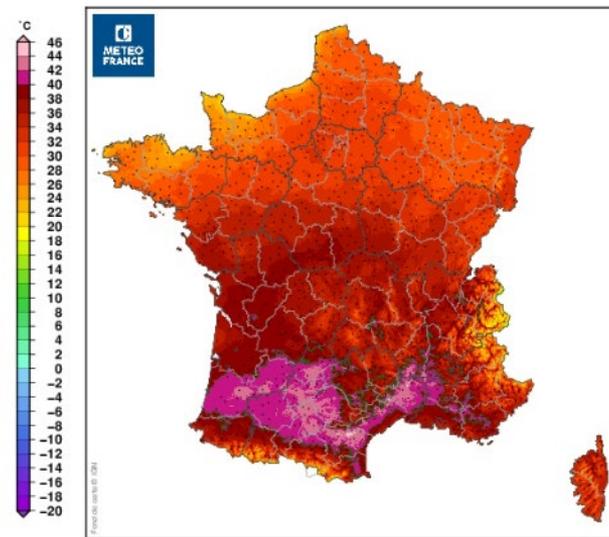
Dérive climatique /
Destruction du vivant



1,7°C de RC en France. Mais en 2050 : On vivra à Paris comme à Istanbul



Canicule du 17 au 24 août 2023, soit 8 jours :
vague de chaleur tardive la plus longue à
l'échelle du pays et la plus intense



Températures maximales du 23 août 2023. ©
Météo-France



Le Monde

Consultez le journal

ACTUALITÉS ÉCONOMIE VIDÉOS DÉBATS CULTURE LE GOÛT DU MONDE SERVICES

PLANÈTE · CANICULE

L'été 2022 a été le plus chaud jamais enregistré en Europe, selon le programme européen Copernicus

Les températures moyennes ont été « les plus élevées, à la fois pour le mois d'août et l'été entier », dépassant de 0,4 °C celles de 2021, précédent record, souligne l'étude.

Le Monde avec AFP

Publié le 08 septembre 2022 à 12h03 · Mis à jour le 08 septembre 2022 à 13h26 · Lecture 1 min.



Changement climatique : l'été 2022 et ses extrêmes météorologiques pourraient être la norme après 2050

30/08/2022



MENU | **ouest france** | **Le Courrier**

Rechercher ville, actualité, fait divers...

En ce moment | Guerre en Ukraine | Covid-19 | Pénurie de carburant | Budget 2023

Accueil > Météo > Sécheresse

EN IMAGES. Sécheresse : la Loire comme vous ne l'avez jamais vue

Vue du ciel ou les pieds sur terre, la Loire montre cet été 2022 un visage très inhabituel, presque inquiétant. Certains de ses bras sont à sec ; d'autres en sont réduits à un faible ruissellement. La sécheresse, les canicules et le manque de pluie durant l'hiver ont mis fin à l'abondant débit du fleuve.



“En 2050, les projections climatiques indiquent une diminution des cumuls de pluies en été en France de l'ordre de 10 % par rapport à ce que l'on connaît aujourd'hui. Les sécheresses seront plus longues : en moyenne de 5 à 10 jours supplémentaires en été”, Août 2022

Toujours aux Rosiers-sur-Loire, les craquelures attestent de l'aridité du sol. | CO – JOSSELIN CLAIR

Sécheresses qui amènent les mauvaises récoltes en France



1er Octobre 2022 :

Baisse de -15 % de récolte pour le blé dur

Baisse de - 26,6 % de récolte pour le maïs grain

Baisse de 10% de récolte globale de céréale / 2021 et - 7% / 2017-2020

Baisse de -21% de récolte pour les pois, fèves / 2021 et - 16,5% / 2017-2021

Baisse de -10% de **rendement** pour les pomme de terre / 2021

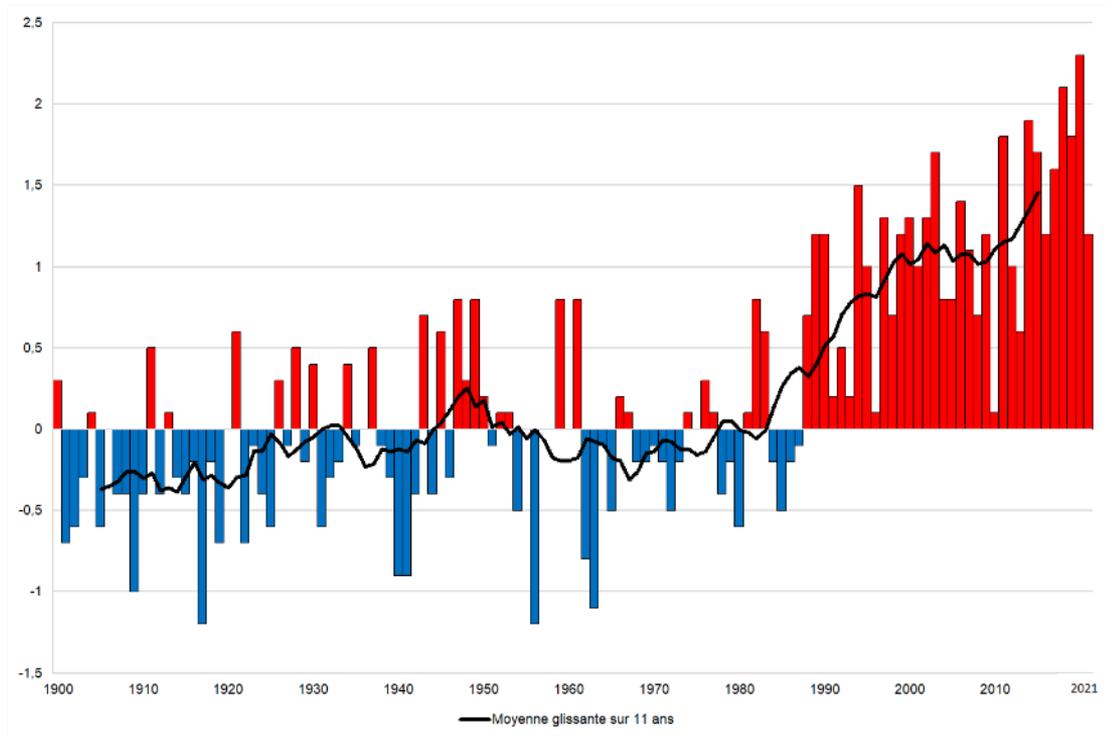


Source : Estimations d'Agreste, Octobre 2022

Des température en constante augmentation depuis 30 ans !



Écart à la normale* des températures moyennes annuelles, en France métropolitaine



*normale = moyenne 1961-1990.

Source : Météo-France ; Onerc, 2022 12

La politique demain : Et bien bon courage !



BAISSE DE L'ENNEIGEMENT



CYCLONES



SUBMERSIONS



INONDATIONS



ÎLOT DE CHALEUR



CRUES



FEUX DE FORÊT



Impact du changement climatique en France déjà visible et à venir, d'ici 2050

Demain, notre priorité ne sera pas la VR, la 6G, les taxis volants, etc



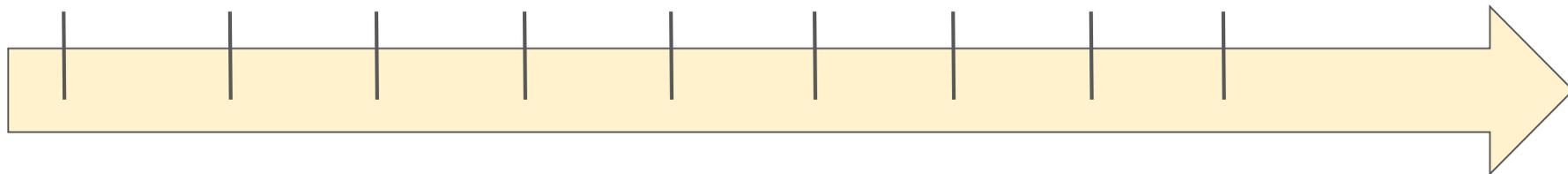
Déficit de pluie
Décembre /
janvier 2023

Bourgeonnement
précoce
janvier 2023

Vague de gel
avril 2023

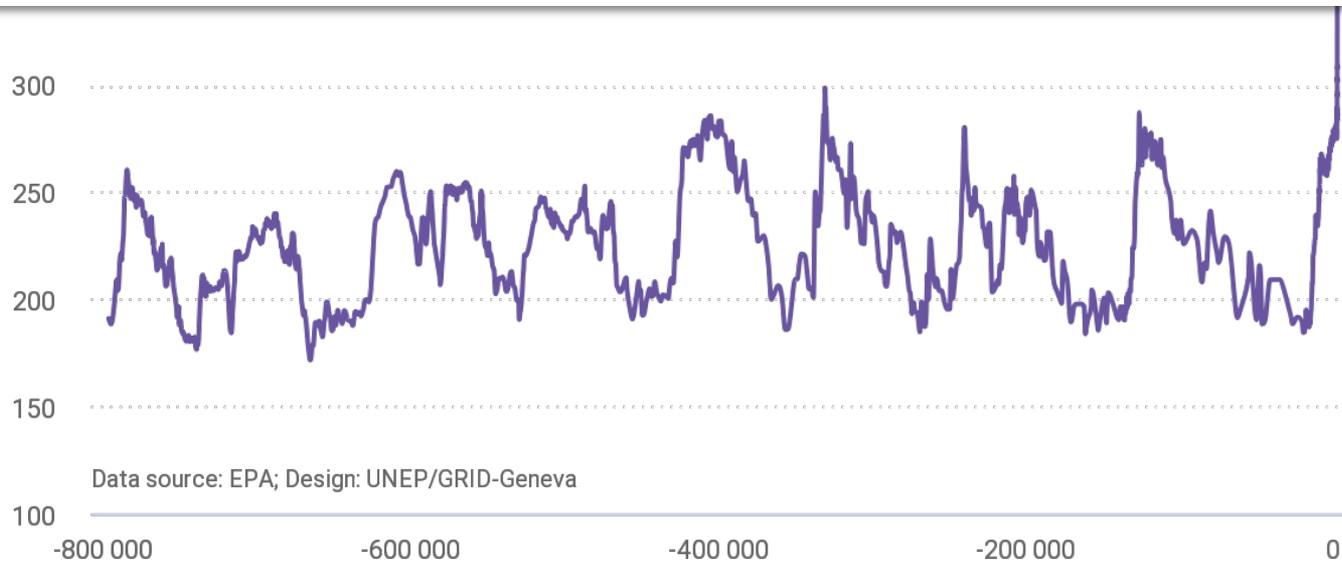
Grêlons
mai 2023

Canicule &
Sécheresse
juin-juillet 2023





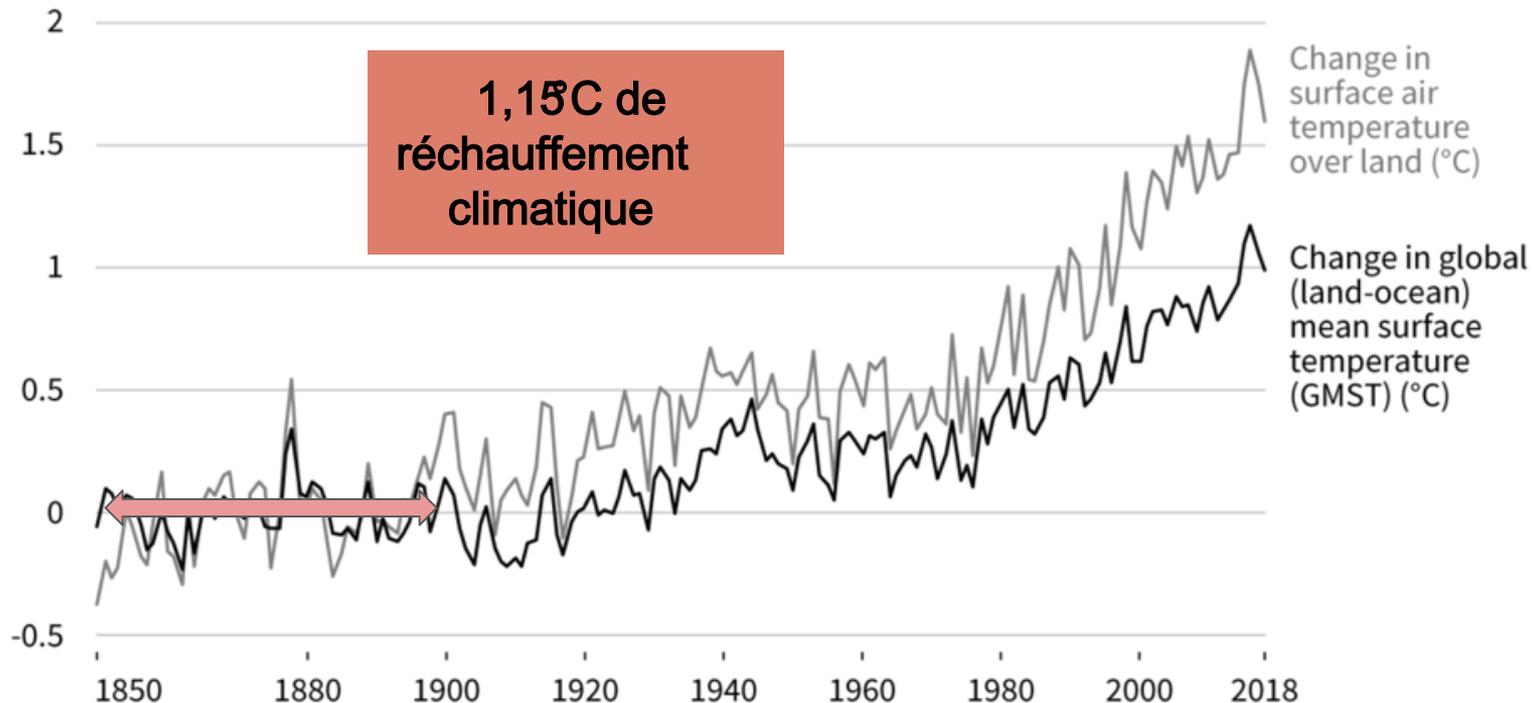
Climat : Décryptons les tendances / objectifs



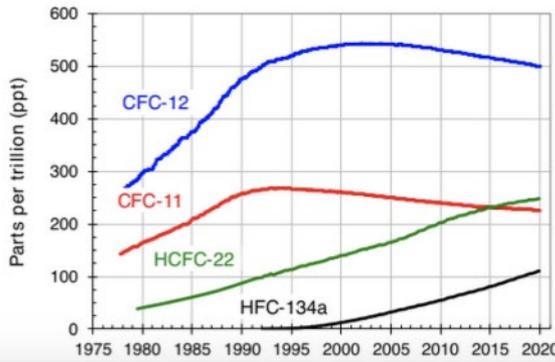
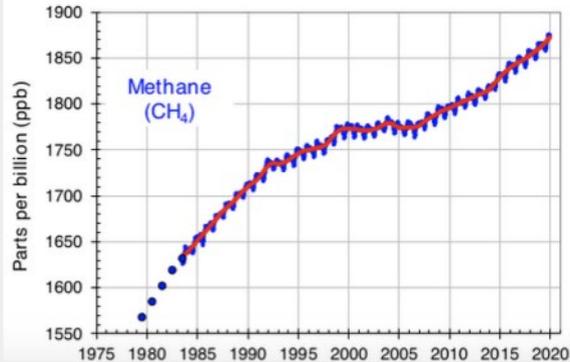
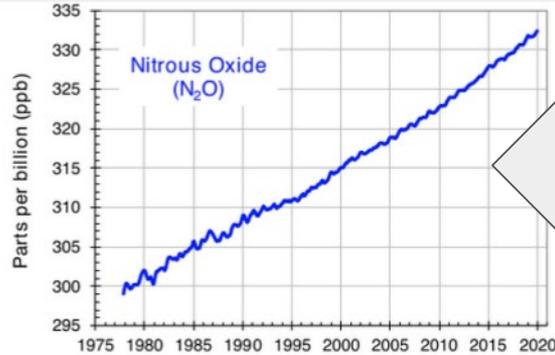
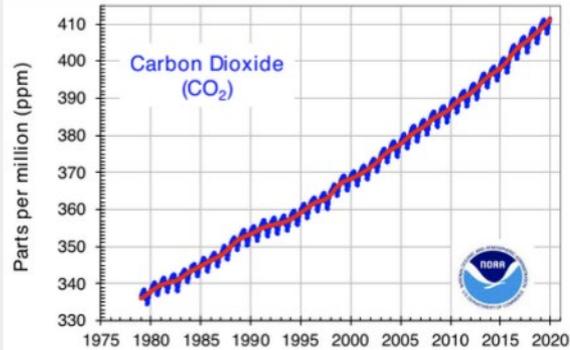
Qu'en est-il des températures aujourd'hui ?



CHANGE in TEMPERATURE rel. to 1850-1900 (°C)



Nous comprenons les scénarios alarmistes : l'évolution des quantités de GES dans l'atmosphère



N20 :

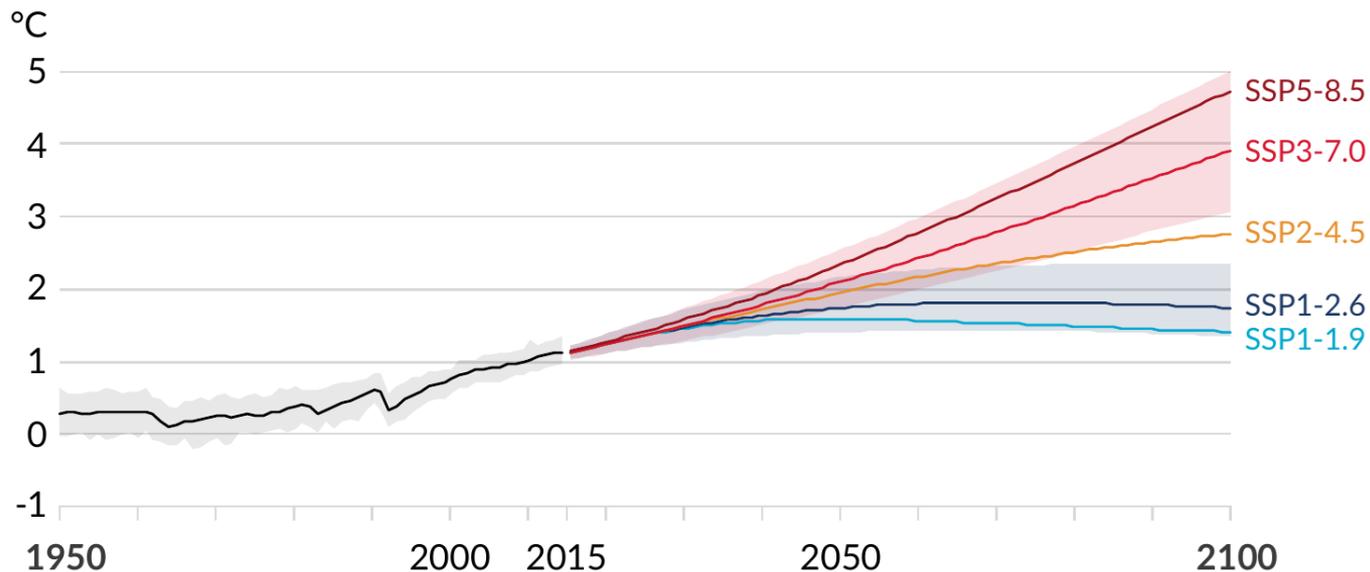
- PRG = 310
- Participe à la destruction de la couche d 'ozone

— Evolution de la concentration atmosphérique des principaux gaz à effet de serre à longue durée de vie depuis 1975. Doc. NOAA

Source : NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration



a) Global surface temperature change relative to 1850-1900



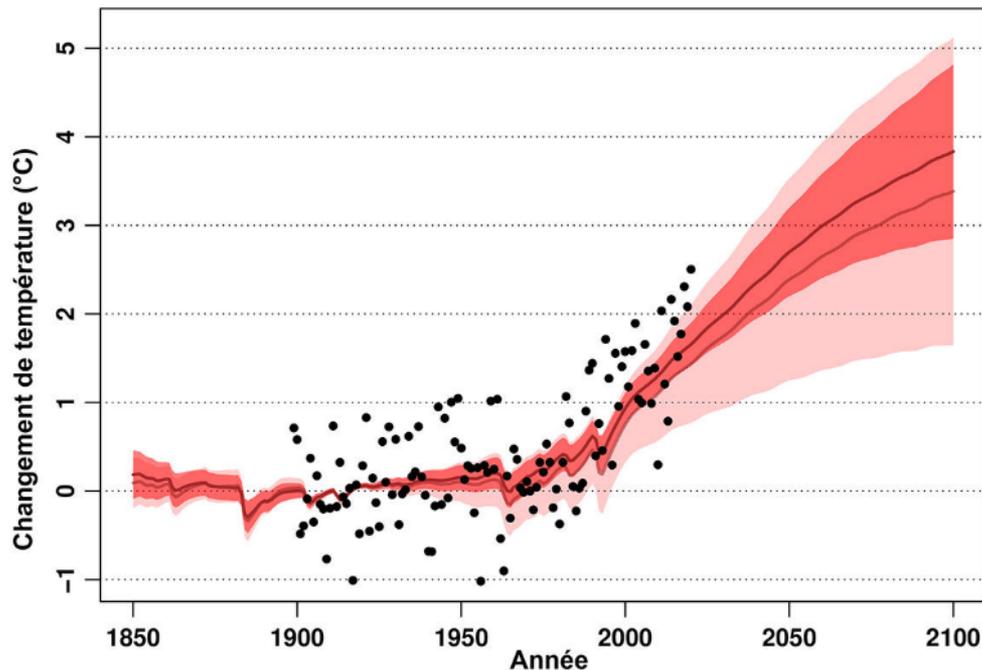
Les degrés de réchauffement associés à chaque scénario n'ont rien à voir. Nous avons encore le choix, mais nous aurons minimum **1.5°C** en 2050

Prévisions focus France



Evolution des températures (moyenne annuel), pour la France, dans un scénario SSP 2 4,5°C

Point noir : Augmentation des températures annuelle par rapport aux normales

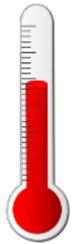
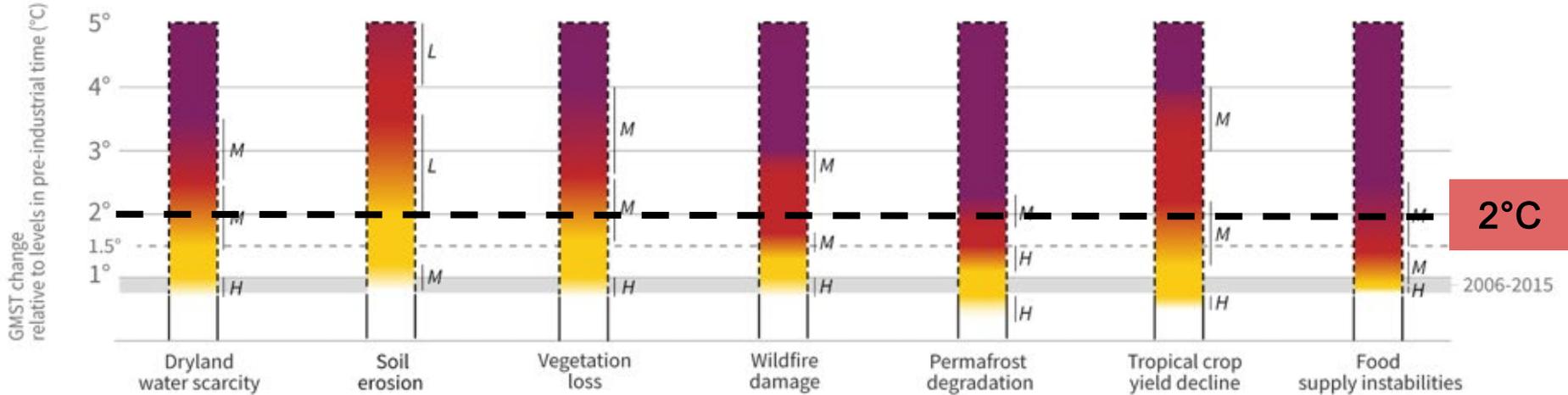


Méthodologie : à partir des simulations climatiques réalisées grâce aux modèles utilisés par le Giec (groupe 1, 2021), les chercheurs identifient celles qui sont en accord avec les mesures de température récoltées depuis plus d'un siècle

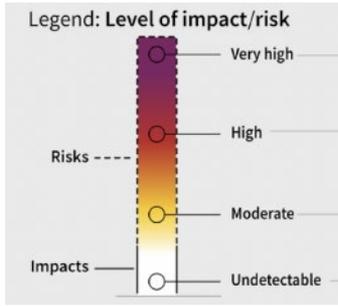
Conclusions :

- En France, le RC climatique est de 1,7°C !
- Dans un scénario intermédiaire, avec des efforts, on vise 3,8°C pour 2100 (ce qui implique des pics de RC de +5°C en été)

1°C ou 2°C ou 4°C c'est pas grand chose non ?



“Au maximum, nous pouvons aller jusqu’à 4,9 °C”



Chaque dixième de degré compte !!!

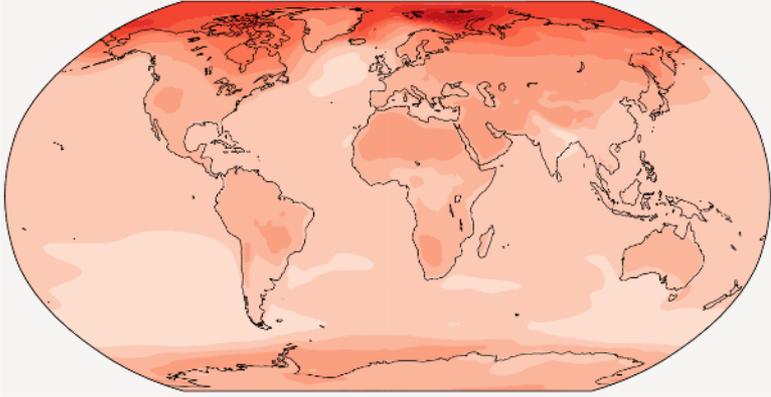


	1,5 °C	2 °C	1,5 °C VS 2 °C
Chaleurs mortelles (au moins 1 fois par an)	14% de la population	37% de la population	2,6 x pire
Arctique libre de glace des mers en été	1 x tous les 100 ans	1 x tous les 10 ans	10 x pire
Espèces d'insectes qui perdent 50% de leur portée	6%	18%	3 x pire
Récifs coralliens en disparition	70-90%	99%	Disparition totale

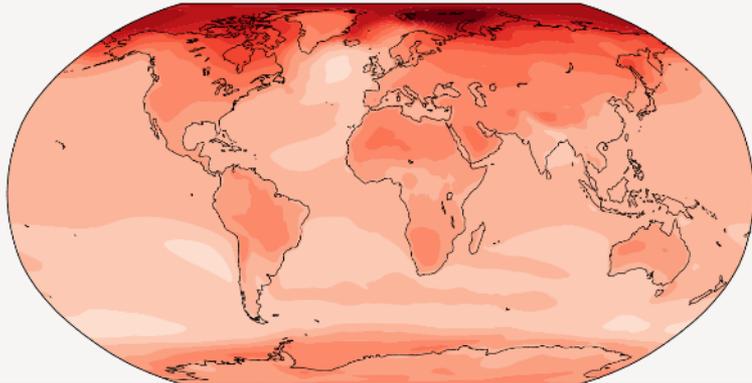
Cartes en température du monde de demain



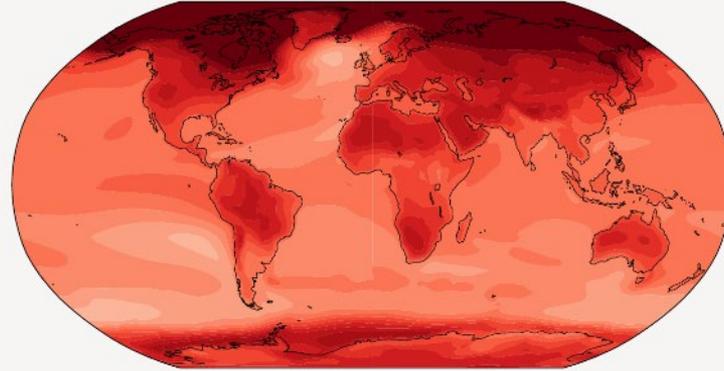
Simulated change at 1.5 °C global warming



Simulated change at 2 °C global warming



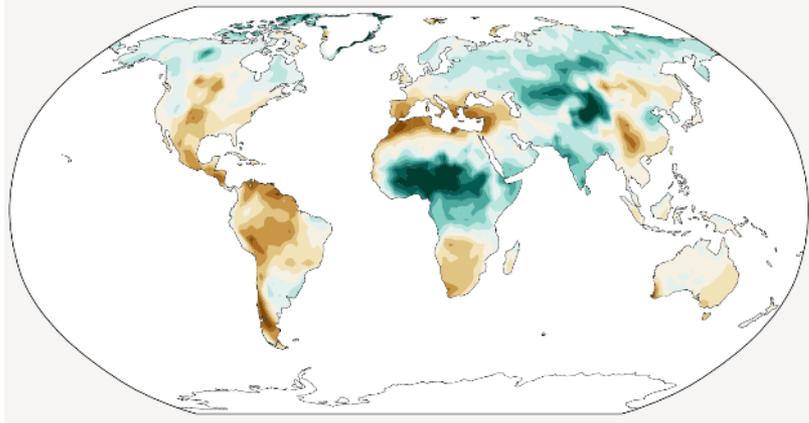
Simulated change at 4 °C global warming



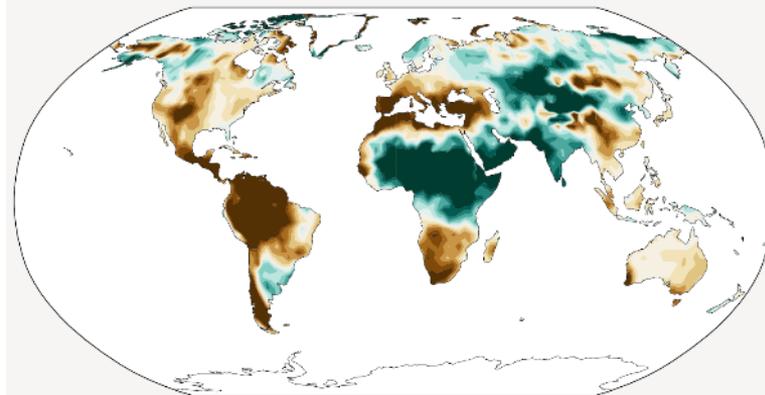
L'humidité des sols dans le monde de demain



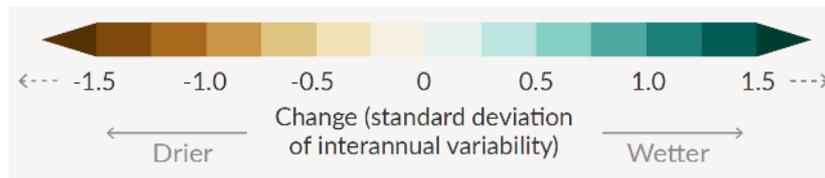
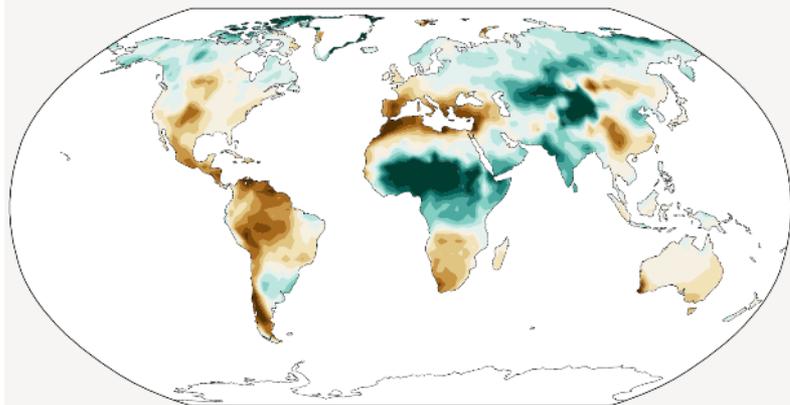
Simulated change at 1.5 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming



Simulated change at 2 °C global warming

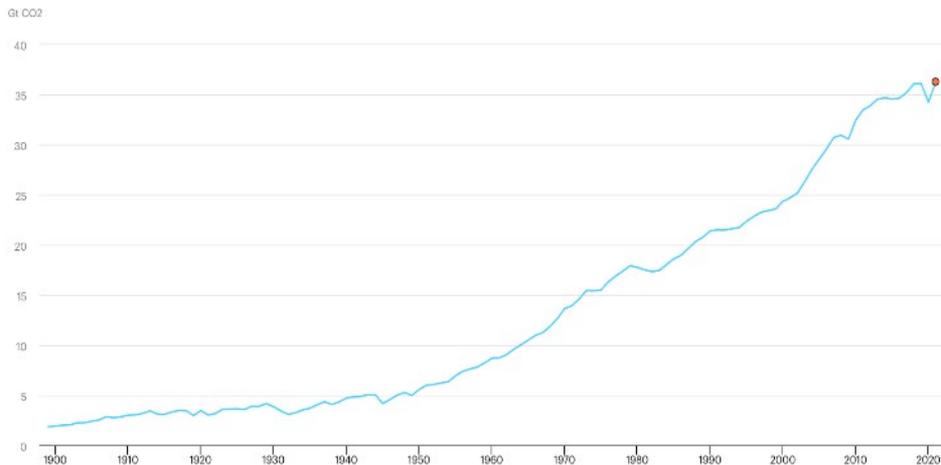


Pour mieux comprendre : Tout est une question de quota



CO2 emissions from energy combustion and industrial processes, 1900

-2021 (emissions annuelles)



IEA, Licence: CC BY 4.0

Entre 1850 et 2019, nous avons émis **2390 milliards de tonne de CO2**

Mais avec une pop de :

- 2 milliards en 1930
- 5 milliards en 1987
- 6 milliards en 2000

Avec 67% de probabilité (on élimine les politiques publiques et actions des acteurs écologiques qui donnent moins de 2 chances sur 3 d'atteindre les objectifs) :

- **Pour atteindre 1,5°C, il nous reste 400 milliards de tonnes de CO2 (5 et 10 ans)**
(Les émissions dues au charbon n'ont pas atteint de pic et quelques pays et banques continuent de financer de nouvelles centrales. Les émissions correspondant à la durée de vie des infrastructures au charbon existantes excèdent à elles seules le budget carbone permettant de rester sous les 1,5°C)
- **Pour atteindre 2°C, il nous reste 1150 milliards de tonnes de CO2 (15 ans)**

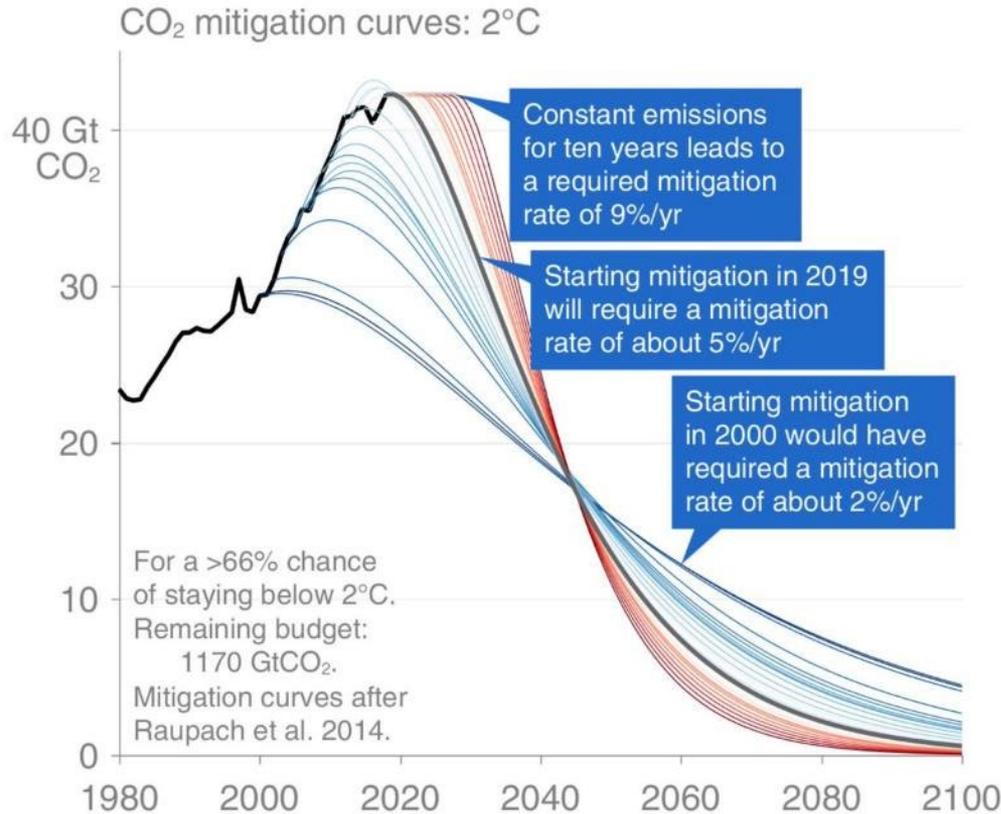
Mais avec une pop de :

- 7,8 milliards en 2020
- 9,5 milliards en 2050

Synthèses GIEC AR6 pour tous les GES : Les émissions de gaz à effet de serre (GES) ont continué à augmenter fortement au cours de la dernière décennie avec en moyenne 56 GtCO_{2eq} par an

Source : GIEC, Urgence Climat, Sylvestre HUET et Préface de Jean JOUZEL, 2023
IEA, Octobre 2022

Nous comprenons les scénarios alarmistes..



@robbie_andrew • Data: GCP • Emissions budget from IPCC SR1.5

‘La science est très claire : la situation ne peut qu’empirer, à moins que la production de combustibles fossiles ne recule d’environ 6 % par an d’ici à 2030 . Mais le monde s’engage dans la direction opposée – et prévoit une augmentation annuelle de 2 %.’

Antonio Guterres, secrétaire général des Nations Unies, décembre 2020

“En novembre 2020, les gouvernements du G20 avaient engagé 233 milliards de dollars dans des activités qui soutiennent la production et la consommation de combustibles fossiles, contre 146 milliards de dollars dans les énergies renouvelables, l’efficacité énergétique et les alternatives à faible émission de carbone, comme les systèmes cyclables et piétons.”

Rapport PNUE, décembre 2020

Et la
biodiversité
dans tout ça ?



68% de la biodiversité disparue en 50 ans



Le déclin de la biodiversité

Évolution moyenne de la taille des populations de vertébrés suivies avec l'Indice Planète Vivante (IPV) du WWF, 1970-2016

(mammifères, poissons, oiseaux, reptiles et amphibiens)

► Par région Valeur de l'indice, indicateur de l'état de la biodiversité (1970 = 1)

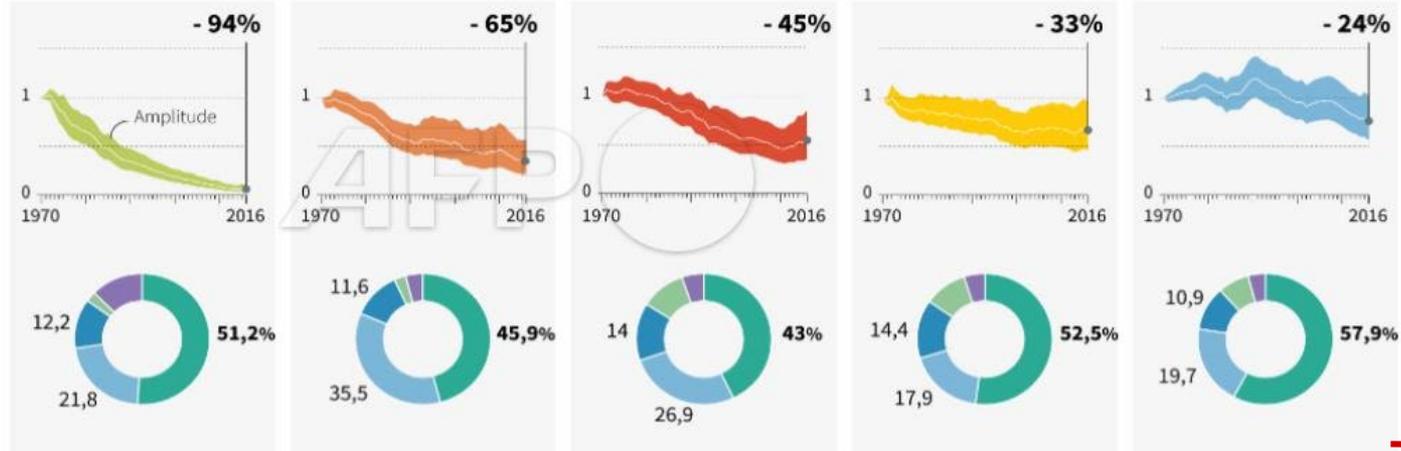
AMÉRIQUE LAT. / CARAÏBES

AFRIQUE

ASIE / PACIFIQUE

AMÉRIQUE DU NORD

EUROPE / ASIE CENTRALE



► Menaces

- Changements dans l'exploitation de la terre/mer (perte d'habitat, exploitation forestière, etc)
- Suren exploitation (chasse, braconnage, récolte, etc)
- Espèces invasives et maladies
- Pollution
- Changement climatique

Source: WWF Living Planet Report 2020



Menaces de l'Homme

+ Développement urbain
+ Exploitation minière

WWF, 2020, En 50 ans, la taille des populations de vertébrés sauvages a décliné de 68%. Ce chiffre correspond au « Living Planet Index » donné par l'étude de 4 392 espèces dans le monde.

Sujets de discussions pour flinguer un repas de famille



- **15 milliards d'arbres** sont abattus chaque année dans le monde.
- **40 % des insectes** sont en déclin au niveau mondial.
- Depuis 30 ans, la masse des insectes diminue sur Terre de 2,5 % chaque année, alors qu'au moins 75 % des cultures alimentaires en Europe dépendent des insectes pollinisateurs.

- **66 % des milieux marins** sont détériorés.
- **30 % de la superficie des herbiers marins** qui offrent nourriture et nurserie à la faune marine ont été détruits au cours du 20ème siècle.
- **33 % des récifs coralliens et plus d'1/3 des mammifères marins** sont menacés.

Rapport Planète vivante du WWF, Biological Conservation, IPBES



Prenons des photos, nos paysages se vident



En France :

- **38 % des oiseaux des champs** ont déjà disparu en France en 29 ans (1989 - 2018, Source : OFB).
- **24 % des oiseaux urbains** ont disparu en France en 29 ans (1989 - 2018, Source : OFB)
- **38 % des chauves -souris** ont disparu en France entre 2006 et 2016, parmi 19 des 34 espèces vivant en métropole. (Source AFB)



Mauvais signe pour nos repas demain : Nos sols se vident aussi



Rien qu 'en France ils
représentaient **2 tonnes à**
l'hectare en **1950** contre moins de
200 kg aujourd 'hui.

Le vivant qui meurt



En mars 2018, L'IPBES (100 experts sur 45 pays):

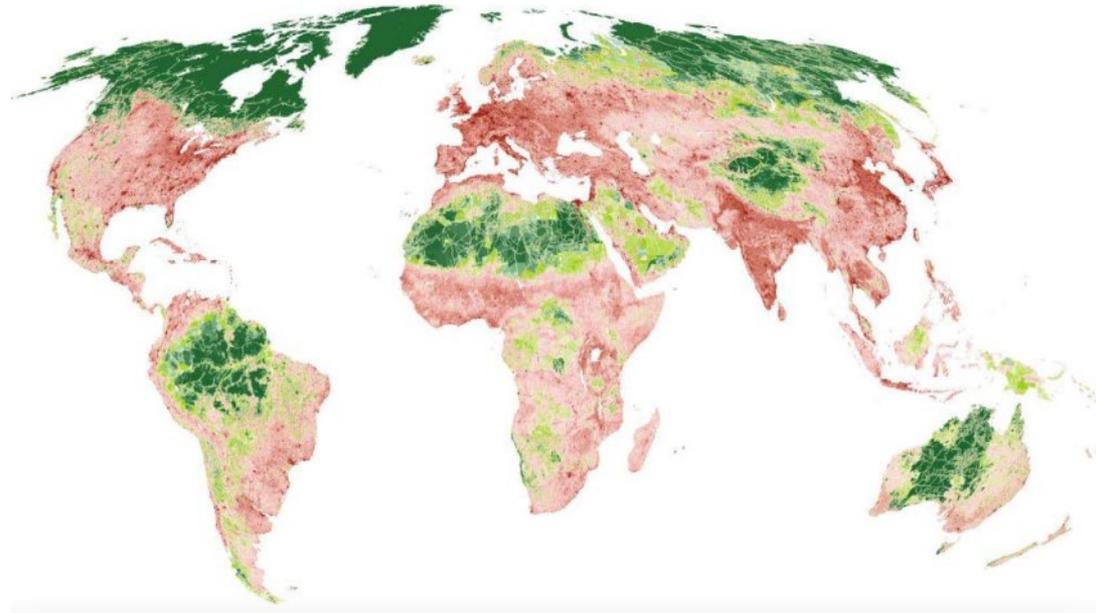
- 75 % des terres émergées de notre planète sont considérablement dégradées, mettant à mal le bien-être de 3,2 milliards d'individus. (et plus de 85 % des zones humides ont été détruites)
- Si cette tendance se poursuit, 95 % des terres de la planète pourraient être dégradées d'ici 2050 .

LÉGENDE

Dégradé	Intact	Sauvage
Haute : 50	Haute : 1	Haute : 0
Basse : 4	Basse : 4	Basse : 1

Figure 9 :

Proportion de chaque biome terrestre (Antarctique exclue) considéré comme sauvage (vert foncé, valeur de l'empreinte humaine de <1), intact (vert clair, valeur de l'empreinte humaine de <4), ou fortement modifié par l'homme (rouge, valeur de l'empreinte humaine de > ou égal à 4). Adapté de Williams, B.A. et Coll. (2020)³².



Comprendre pour défendre : Les causes des extinctions



30 % des impacts: La destruction et l'artificialisation des milieux naturels

Quand une forêt primaire est transformée en culture ou en pâture,
quand des prairies et des haies laissent place à une autoroute, un centre commercial est bâti sur des terres agricoles,
quand un marais est asséché,
quand un cours d'eau est rectifié ou fragmenté par des barrages,
quand une mine est creusée à ciel ouvert



23 % des impacts : La surexploitation des ressources naturelles et le trafic illégal d'espèces

La pêche industrielle ne laisse ni aux poissons, ni aux coquillages ni aux crustacés, le temps de reconstituer leurs populations.
L'exploitation forestière entraîne l'abattage d'arbres âgés de plusieurs siècles.
Les pratiques illégales de chasse et de commerce mettent en péril des espèces végétales et animales.



14 % des impacts : Le changement climatique global

Augmentation des température de l'atmosphère, des océans
Fonte des glaces
Élévation du niveau de la mer



14 % des impacts : Les pollutions des océans, des eaux douces, du sol et de l'air

Pesticides chimiques, engrais, solvants, pollutions accidentelles sont également responsables de la dégradation des milieux naturels.

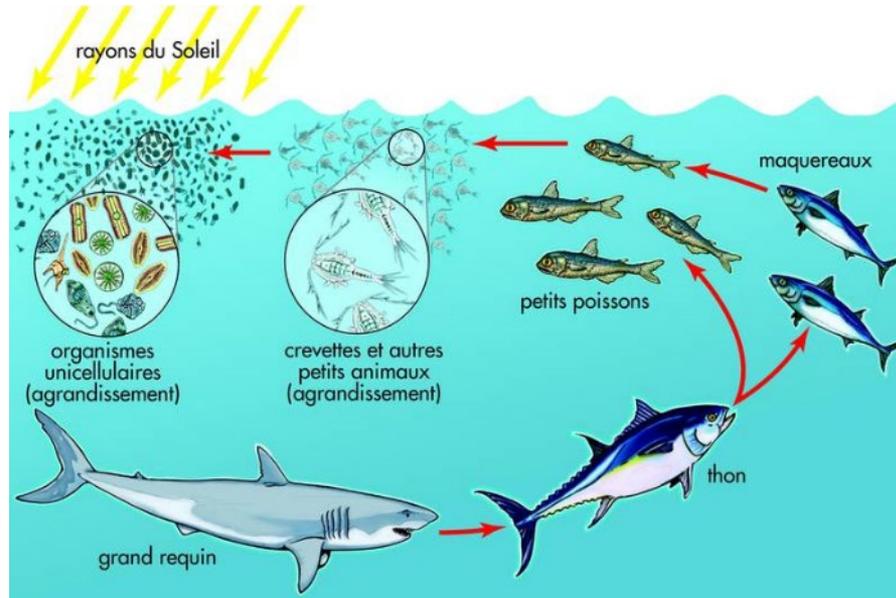


11% des impacts : L'introduction d'espèces exotiques envahissantes

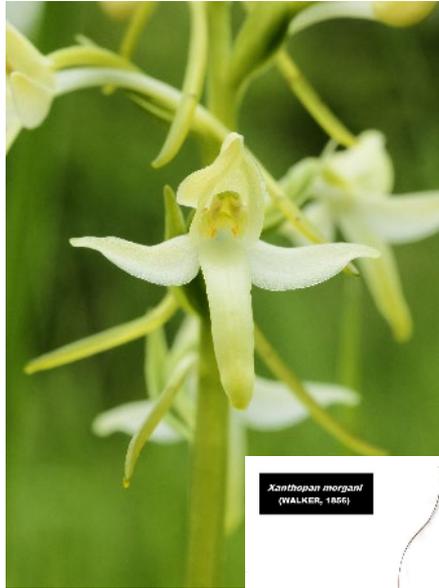
Espèces, animales, végétales, bactéries, virus ont été introduites volontairement pour leur intérêt économique. D'autres sont arrivées accidentellement dans une région, accrochées à la coque d'un bateau, par exemple.



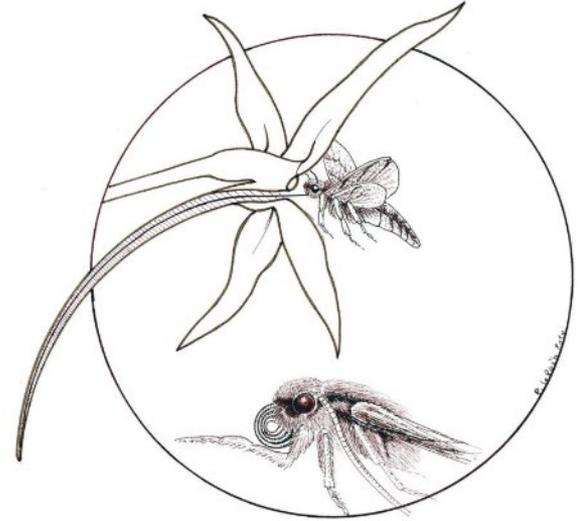
La planète, un savant équilibre



**Lorsque un prédateur manque, c'est la prolifération des proies.
Lorsqu'une proie manque, c'est la famine pour le prédateur.**



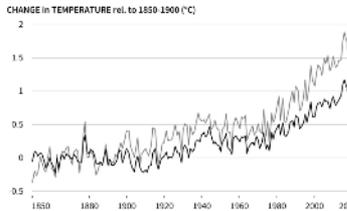
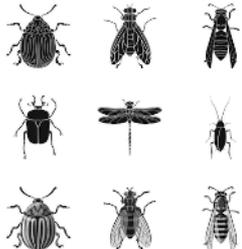
Xanthopan morgani
(WALKER, 1856)



L'orchidée Platanthère à deux feuilles ne peut être fécondée que par le papillon *Xanthopan morgani praedicta*

En quoi est-ce problématique de rester dans ce modèle de société ?

Dérive climatique /
Destruction du vivant



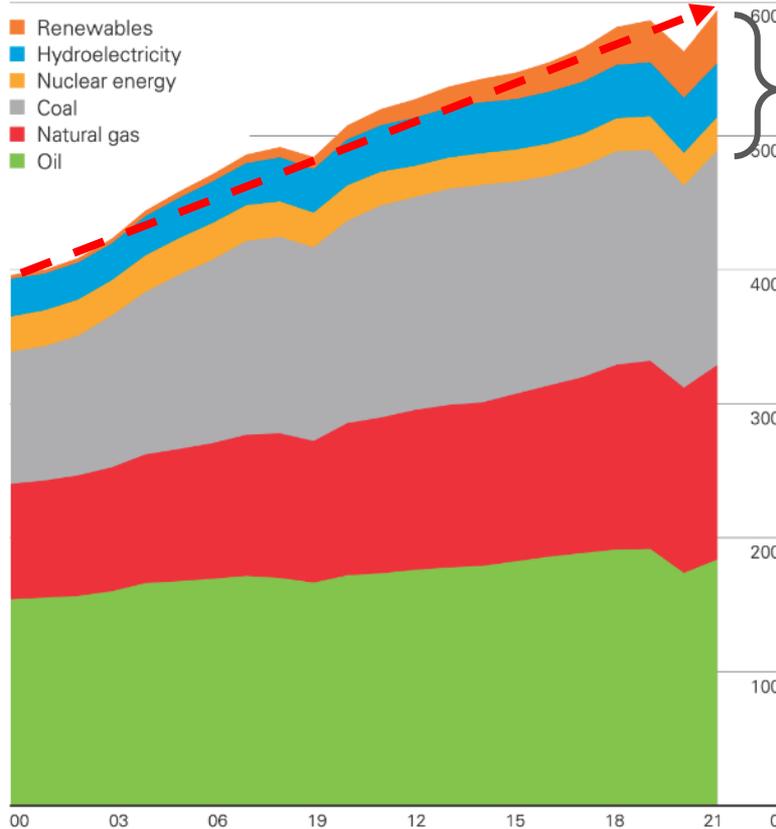
Énergies grises



Développement massif des ENR ! Ha bon ?



World consumption
Exajoules



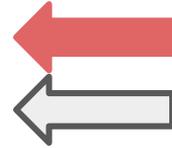
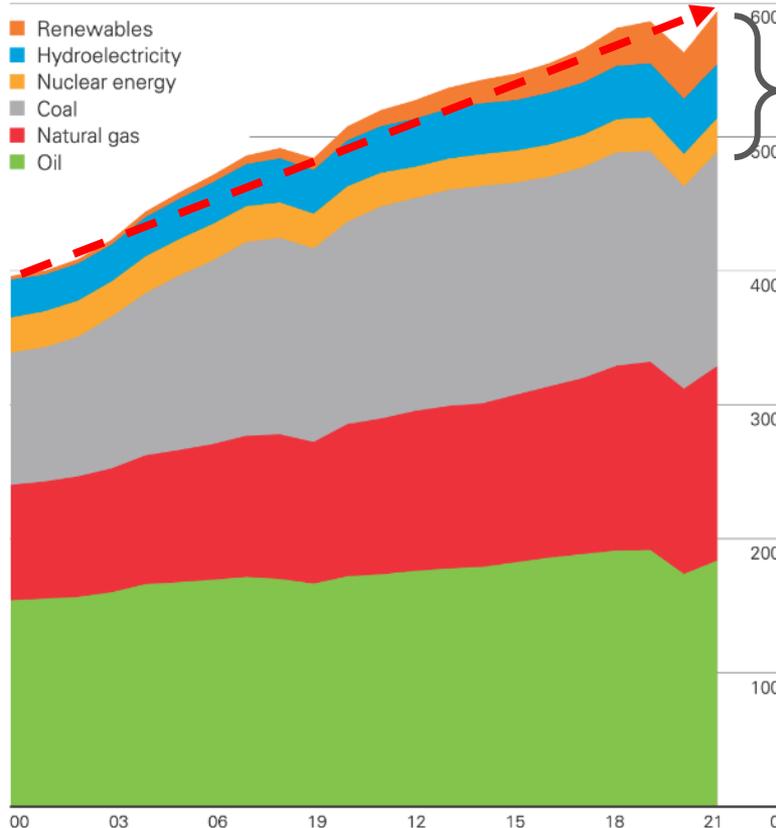
Sobriété ? Demain promis !
L'empilement des sources

Notre problème

Pour continuer de flinguer quelques repas de famille..



World consumption
Exajoules



Sobriété ? Demain promis !

L'empilement des sources

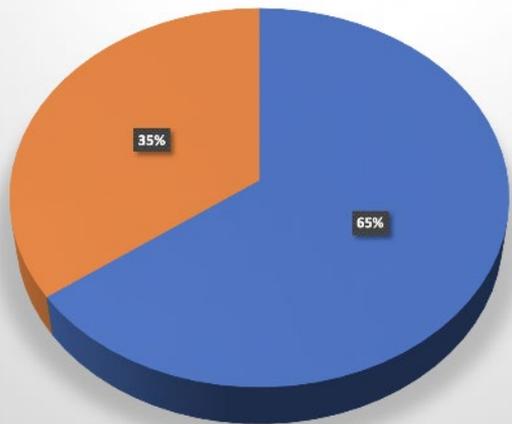
Une étude limitée aux USA, Union Européenne, Chine et Inde montre que, pour atteindre les 2 °C, il faudrait fermer 2 à 3 centrales à charbon de 500 MW par semaine, durant 15 années consécutives !

Or, entre 2015 et 2019, la puissance mondiale installée a augmenté de 146 GW. (soit + 292 centrales de 500 MW)

Mais où utilisons-nous les énergies fossiles ?

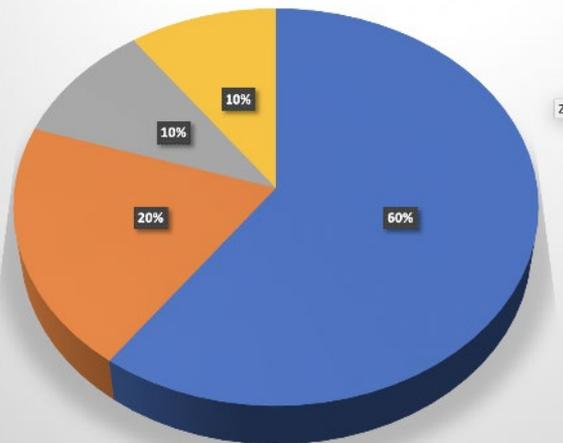


Usage du charbon dans le monde



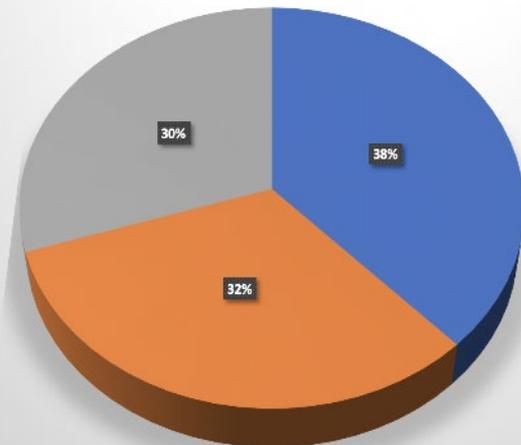
- Electricité
- Sidérurgie

Usage du pétrole dans le monde



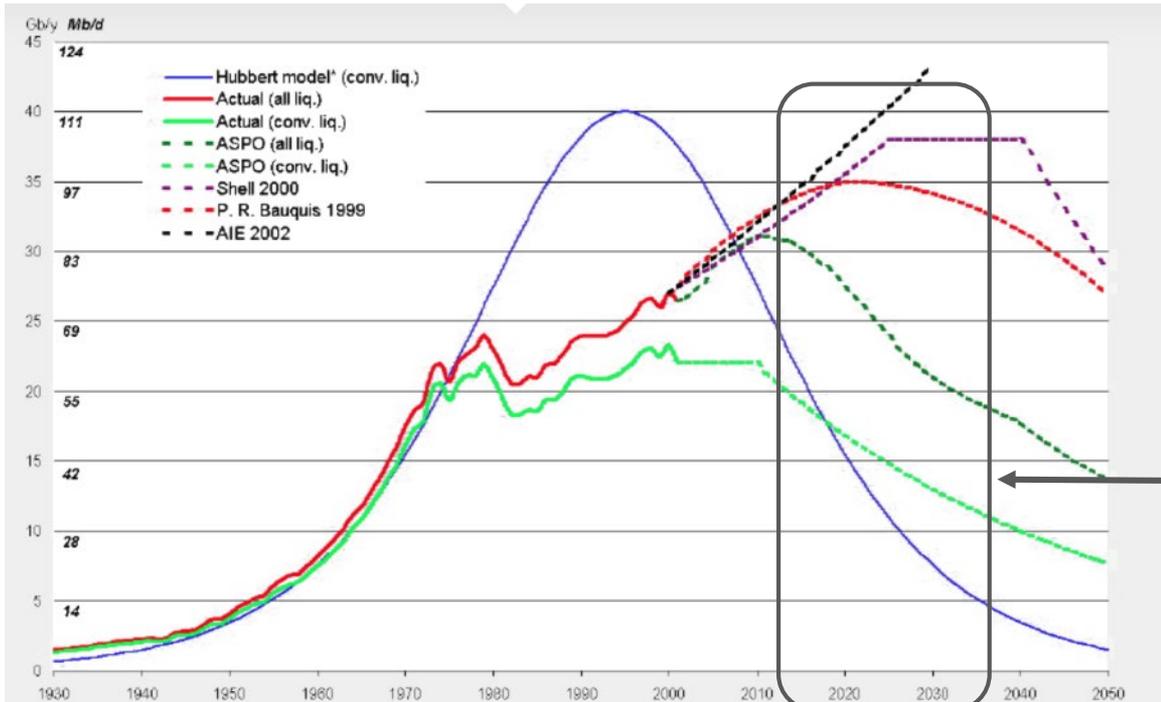
- Transport
- Pétrochimie
- Industrie
- Usage énergétique

Usage du gaz dans le monde



- Usage énergétique
- Industrie
- Electricité

La fin de l'abondance - système énergétique (Pétrole)



Pic de production du pétrole

Pic de production de pétrole entre 2020 et 2030 (Tout pétrole confondu)

Simulation de la production mondiale de liquides et de pétrole conventionnel, en millions de barils par jour ou milliards de barils par an (échelle de gauche), pour plusieurs sources :

La fin de l'abondance - système énergétique (Uranium)



Pic de production de l'uranium (238 - 235 - 234)

Tableau 2.2 Offre et demande d'uranium jusqu'en 2030

Scénario	Production 2010 (kt/an)	Prévision 2015 (kt/an)	Prévision 2020 (kt/an)	Prévision 2025 (kt/an)	Prévision 2030 (kt/an)
Demande + 1 %/an	68	71,5	75	79	83
Demande - 1 %/an	68	65	61	58	55
Notre modèle	53,7	58 ± 4	56 ± 5	54 ± 5	41 ± 5
ANM	53,7	70	80	85	70
EWG	53	63-65	68-72	70-88	65-84
Livre rouge AIEA	70-75	96-122	98-141	80-129	75-119

Hypothèse :
A production d'énergie nucléaire constante

Conclusion de l'AIEA :
A production d'énergie nucléaire constante et technologie constante : 100 ans d'uranium (selon les déclarations des pays)

Association Nucléaire Mondiale (Prévision 2009)

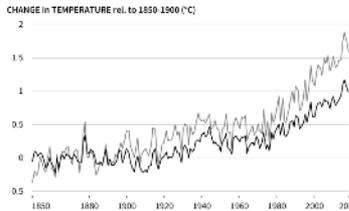
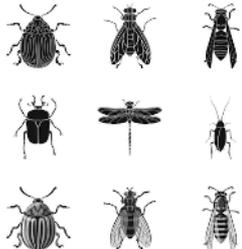
Energy Watch Group (Prévision 2006)

Agence International de l'Energie Atomique (Prévision 2009)

Pic d'extraction

En quoi est-ce problématique de rester dans ce modèle de société ?

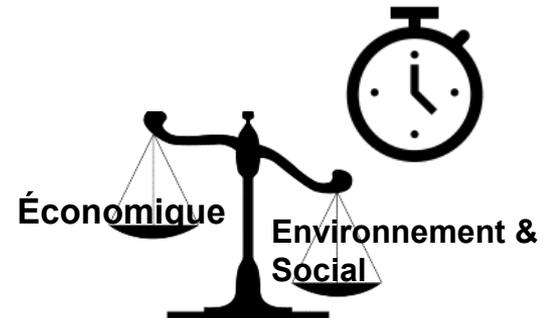
Dérive climatique /
Destruction du vivant



Énergies grises



Ressources



RESSOURCES

Les métaux, ça ne pousse pas dans les arbres ...



Des détails sur mes matières premières ?



MINÉRAI



TRAITEMENTS



Cobalt



Tungstène



Cuivre



Lithium



Palladium



Aluminium

MÉTAUX

Le cuivre du Chili



Mine de Cuivre, Chuquicamata



Colombie
Nouvelle-Zélande



Cuivre



9 m³/sec (3 fois la
consommation du Grand Lyon)



Source : Guillaume Pitron, 2018 & ADEME, juin 2017

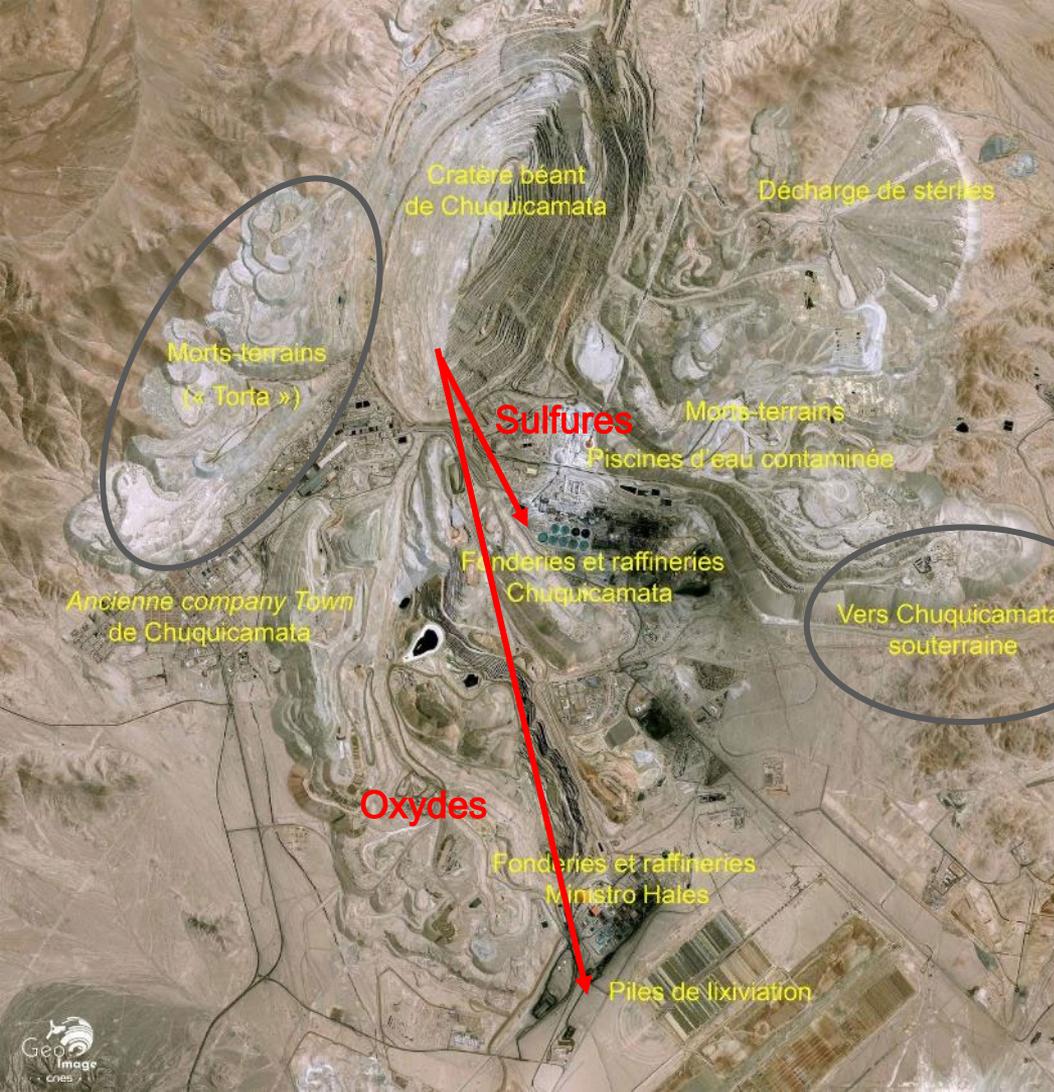
Retour à la mine de Chuquicamata



“Les camions Komatsu (pneus de 4 mètres de diamètre) mettent une heure pour parcourir les sillons et rejoindre le fond de la mine, plus d’une heure encore, pour rapporter leur cargaison à la surface dans une noria poussiéreuse.

Chaque camion engloutissant 3 à 5 litres de diesel par minute. ”, Géoimage, CNES, consulté en 2023

-> Décision de lancer une mine souterraine



Les 800 kilomètres de galeries souterraines de « Chuquimata subterranéa » ont été creusées à l'est du cratère et sont entrées en service en 2020

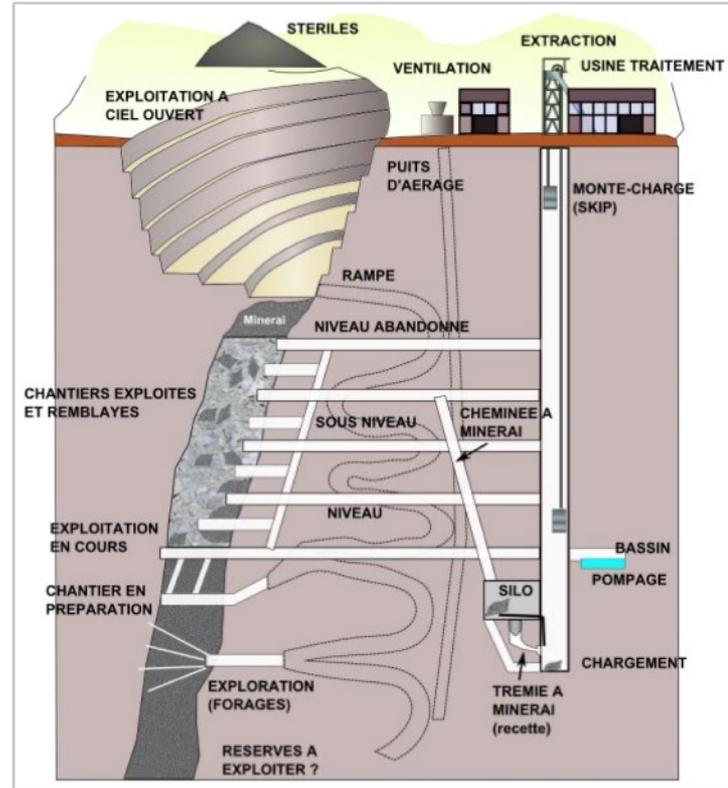
Techniques et procédés d'extraction



3 types de mines :

- Mine à ciel ouvert
- Mine souterraine
- Mine à ciel ouvert et souterraine.

Ex : Les mines les plus profondes sont les mines d'or en Afrique du Sud, à \hat{C} ôtés de 4 km sous la surface



Source : Institut Mines-Télécom

A chuquicamata, concrètement, ça se passe comment ?



Oxyde de cuivre
(jusqu'à 300m sous terre)



Broyage, puis lixiviation en tas
(Dispersion d 'acide sulfurique. Le cuivre est extrait du
minerai dans la solution recueilli, et d 'autres traitement
procédés industriels permettent d 'isoler le cuivre)

Broyage, concassage (concasseur 16m de diamètre
avec de l 'eau et des boules de fer, pour réduire les
grains à 40 micron d 'épaisseur)

Le bouillon passe ensuite dans des cellule de
flottaison (ajout du xanthate de potassium) ->
Récupération de l 'écume, puis séchage pour obtenir
une poudre : **(60 % de cuivre - le concentré!)**

Sulfure de
cuivre



Note : de gauche à droite : broyeur, concasseur, cellules de flottation.
Sources : Altona Mining ; La mine en France (2017)

Passage dans plusieurs fours à 1200°C
**(99,7 % de cuivre), avec un air enrichi en
oxygène à 50 %.**

Quelques réactions :

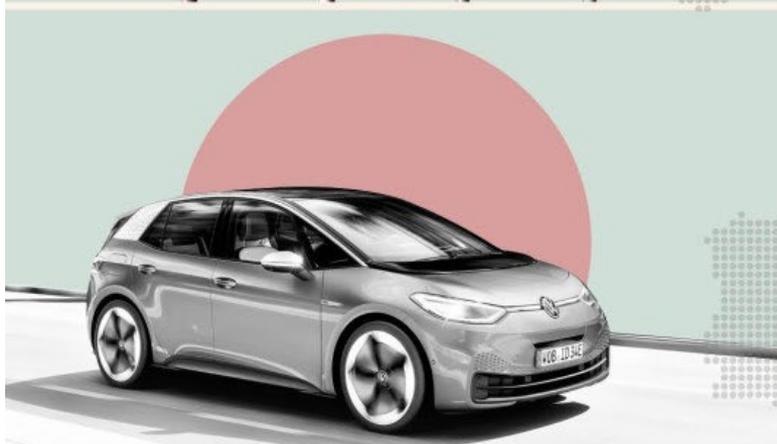
-> L'oxygène se combine au soufre pour
former du dioxyde de soufre.

-> L'oxygène se combine au fer pour former
de l'oxyde de fer.



Passage des
plaques de
cuivre dans
un électrolyse
(acide
sulfurique)
**99,99 % de
cuivre**

Attends, avons-nous assez de ressources ?



LIMITE 1: RESSOURCES

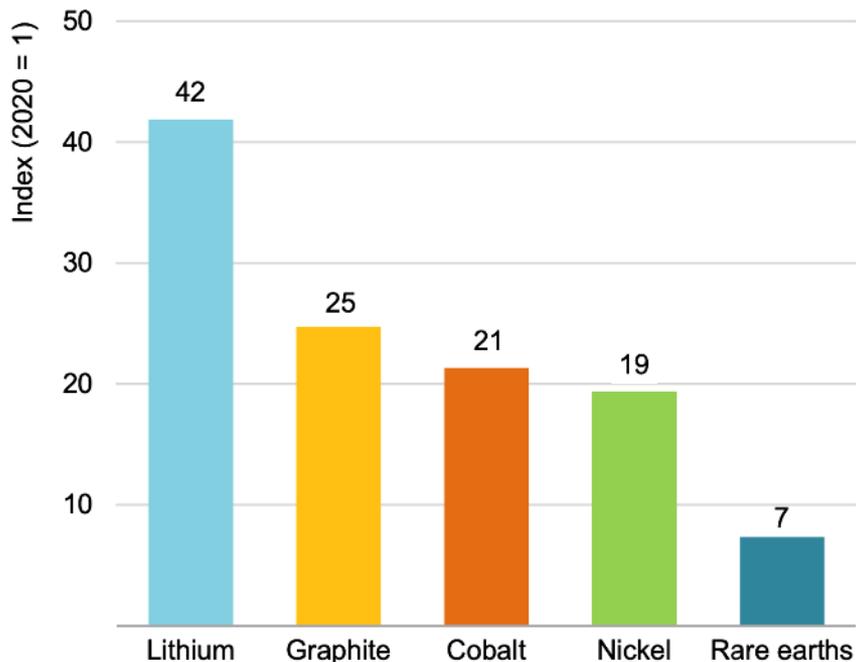
Finitude des stocks !



Pour le secteur de l'énergie : Evolution de la demande à l'échelle du monde



Growth of selected minerals in the SDS, 2040 relative to 2020



IEA. All rights reserved.

Mineral demand for clean energy technologies would rise by at least four times by 2040 to meet climate goals, with particularly high growth for EV-related minerals

(SDS = Sustainable Development Scenario, indicating what would be required in a trajectory consistent with meeting the Paris Agreement goals)

Une demande en cuivre plus forte que prévu

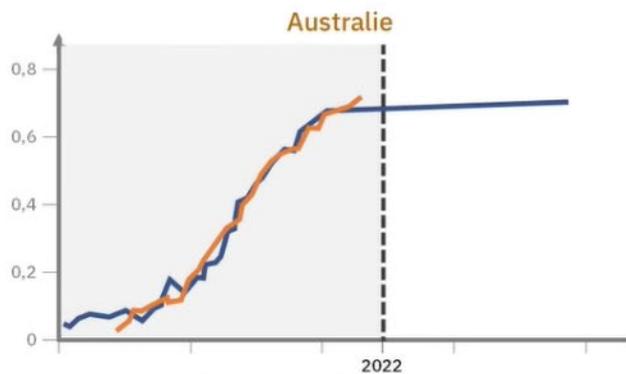
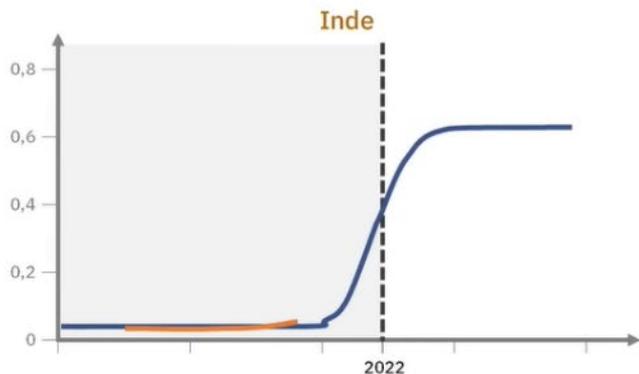
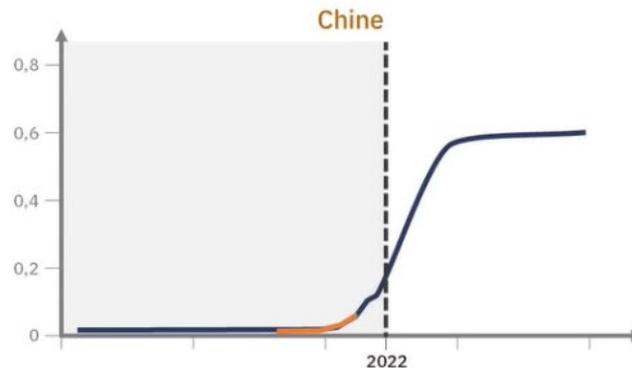
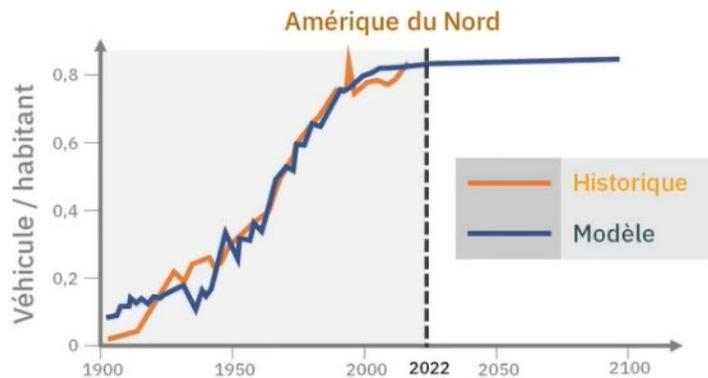


8 000 ans de cuivre = Entre 800 million et 1 Milliard de tonne de cuivre

30 ans

Source : Olivier Vidal, La face cachée des énergies vertes, ARTE 2020 53

Quoi qu'il arrive, la demande sera enorme : le nombre de voiture par habitant



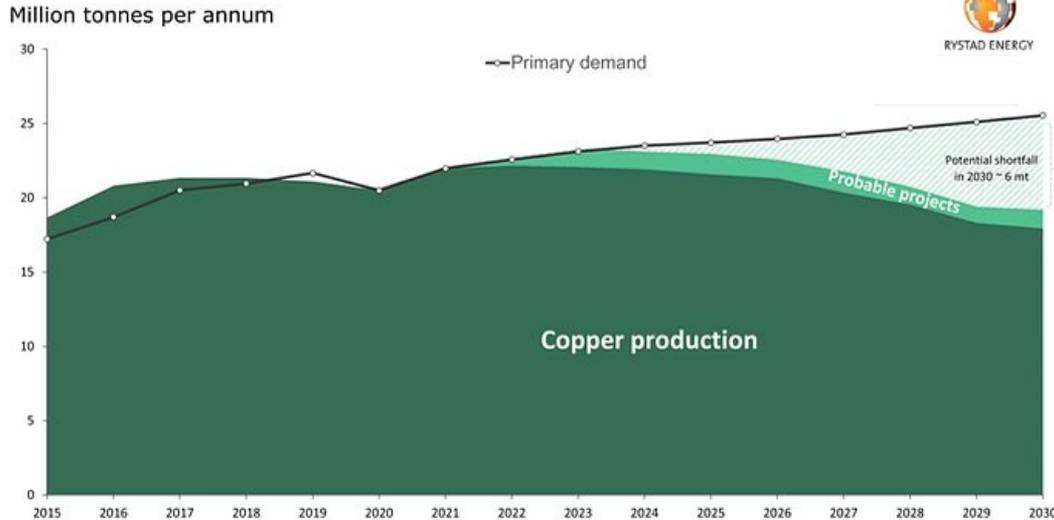
Sur les courbes historiques :
-> Sur les pays développés, on retrouve une courbe en S avec une stabilisation
-> Pour la Chine et l'Inde, on est à peine à 0,1 voiture par hab

Modèle système proposé par Baptiste Andrieu, 2023

Un graphe pour vous montrer que nous arrivons à un point de décrochage !



Perspectives mondiales de l'offre et de la demande de cuivre primaire



La demande mondiale de cuivre, essentiel dans la fabrication des VE et de l'électronique grand public, **dépassera l'offre de plus de 6 millions de tonnes d'ici 2030**, selon les prévisions de Rystad Energy. [Or] il n'existe actuellement aucun substitut au cuivre dans les applications électriques.

Les perspectives d'investissement dans le cuivre dressent un tableau sombre de l'offre future, indiquant qu'un important **déficit d'approvisionnement pourrait apparaître à partir de 2023**.

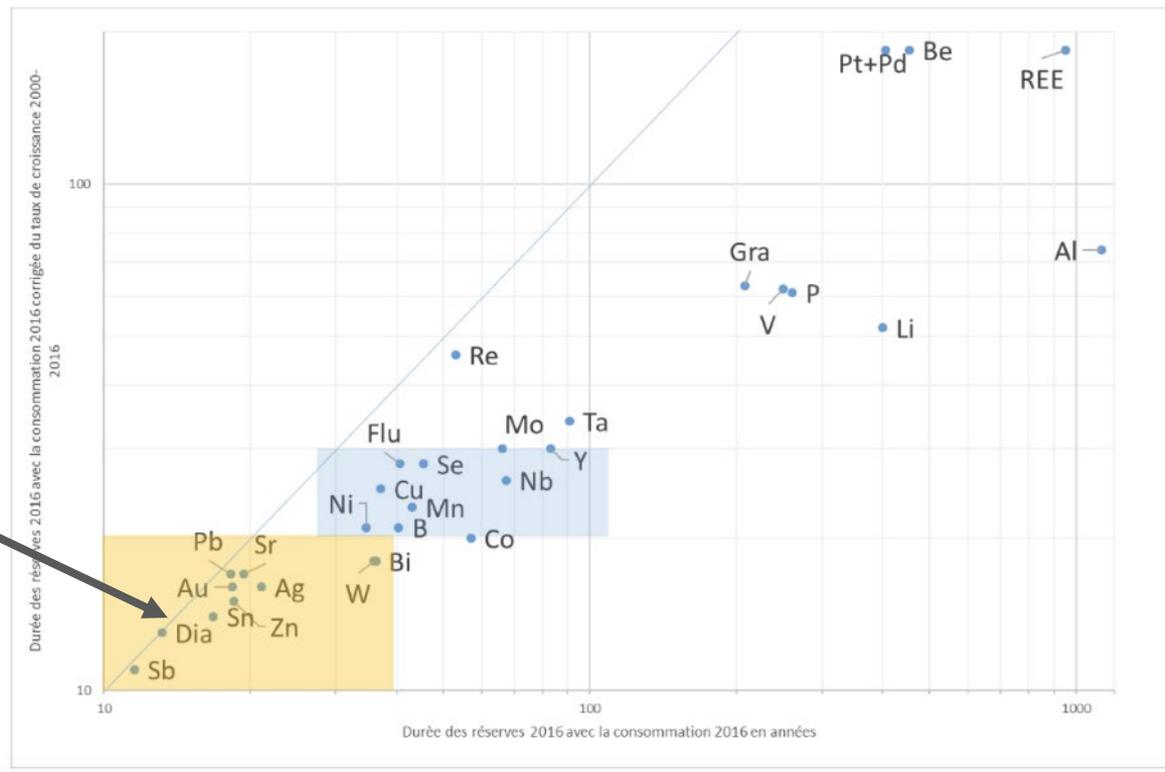
Donc il va falloir faire des choix dans ce que nous construisons

La finitude de nos ressources



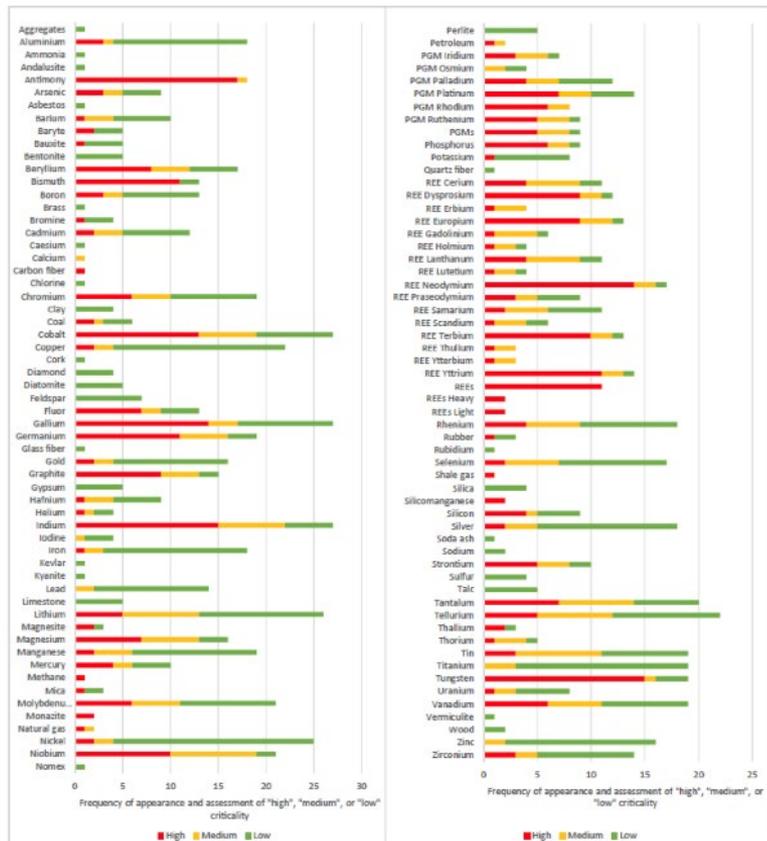
Ce ne sont pas des deadlines, mais des plages de temps à investir !

Métaux sensibles si on ne trouve pas d'autres réserves



Évolution des réserves, de la production et du ratio R/P pour certaines matières minérales à consommation constante 2016 et à consommation évoluant avec le taux de croissance mesuré entre 2000 et 2016. Calculs de l'auteur d'après (USGS, 2001) et (USGS, 2017)

Comme pour tout sujet : Cherchons ce qui fait consensus



Note : élevée en rouge, moyenne en jaune ou faible en vert.

Source : Schriivers et al., 2020⁸⁶

Les analyses de PôP ont cependant des limites :

- Différence de caractéristique des pays sur leurs demandes
- Différences de choix méthodologiques
- Manque de dimension prospective, qui peut modifier le classement d'une substance :
 - Les circonstances économiques, technique peuvent évoluer rapidement
 - Difficile intégration du risque géopolitique (stabilité du système politique, qualité de la gouvernance, ...)

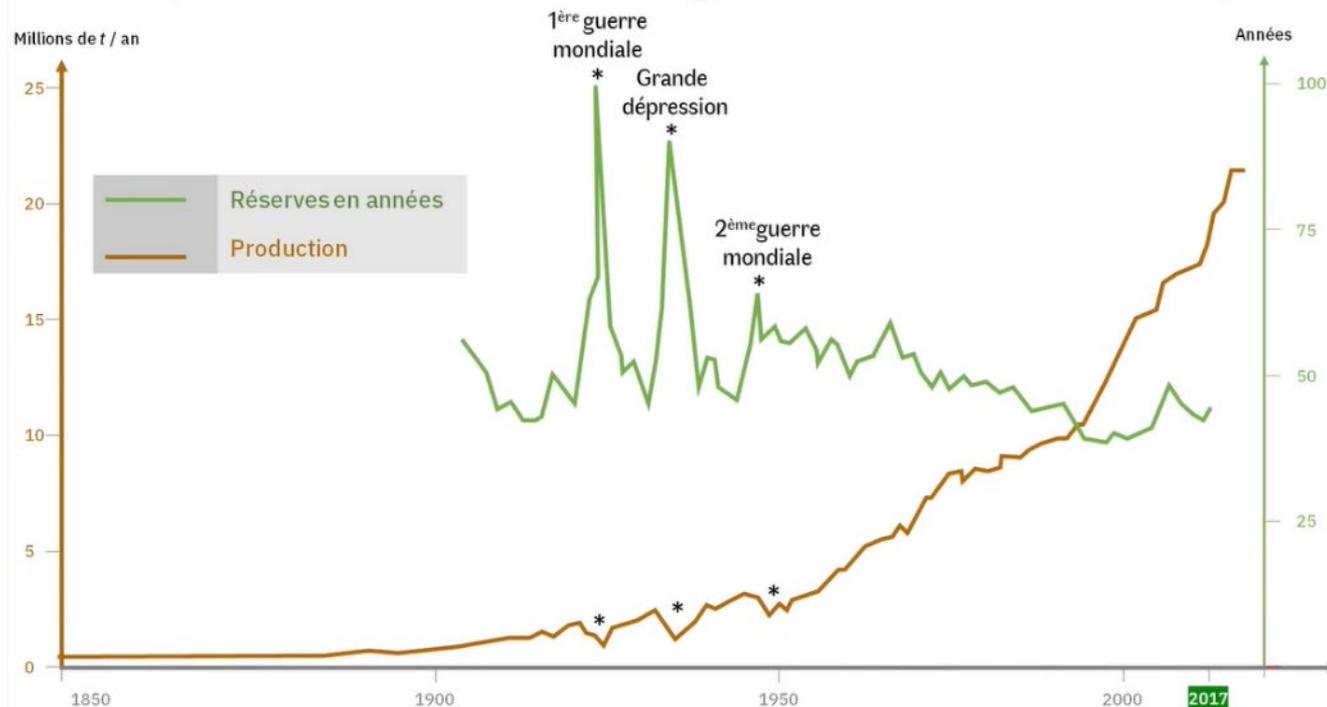
→D'où l'intérêt de regarder les études qui synthétisent !

Métaux critiques sur la moitié ou plus des rapports :
Terres rares, Antimoine, Cobalt, Beryllium, Gallium, Indium, Tungstène, ...

Alors, doit-on tous hurler de désespoir ? Pas encore !

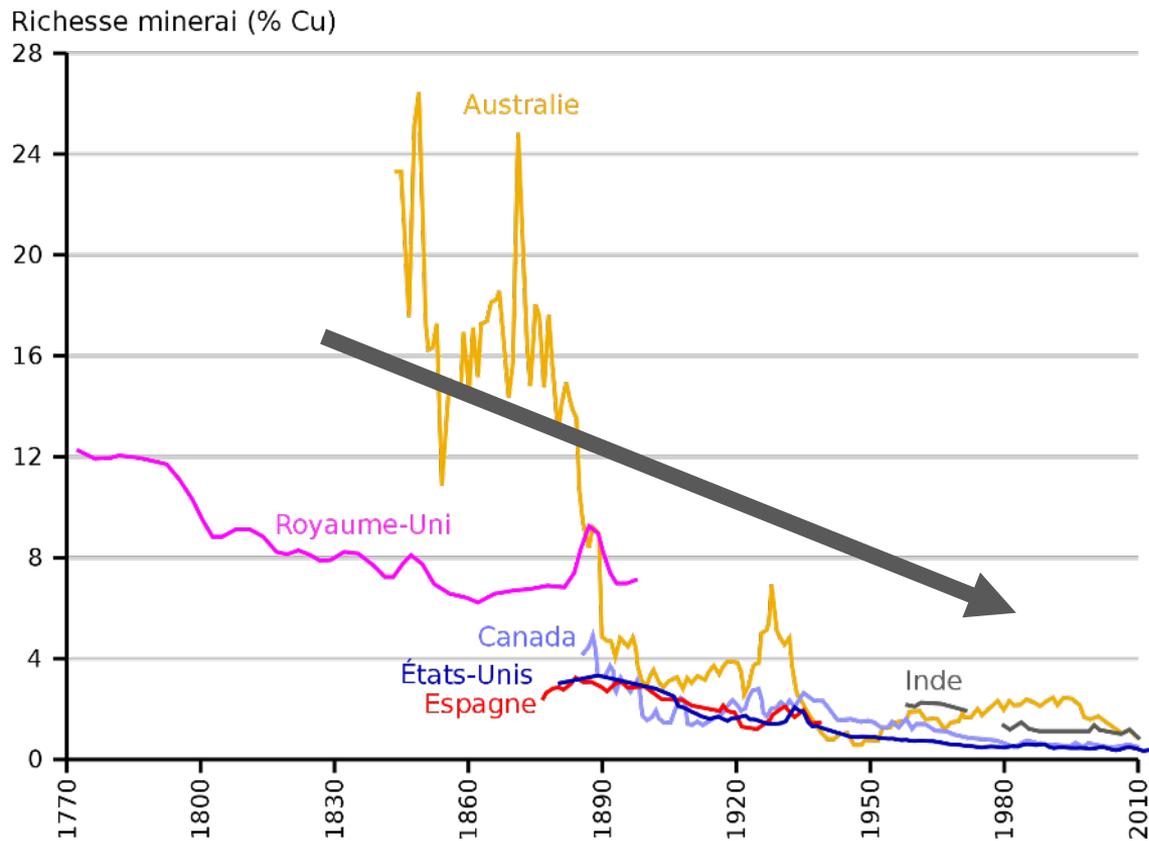


(Baisse de la consommation = Augmentation des réserves relatives)

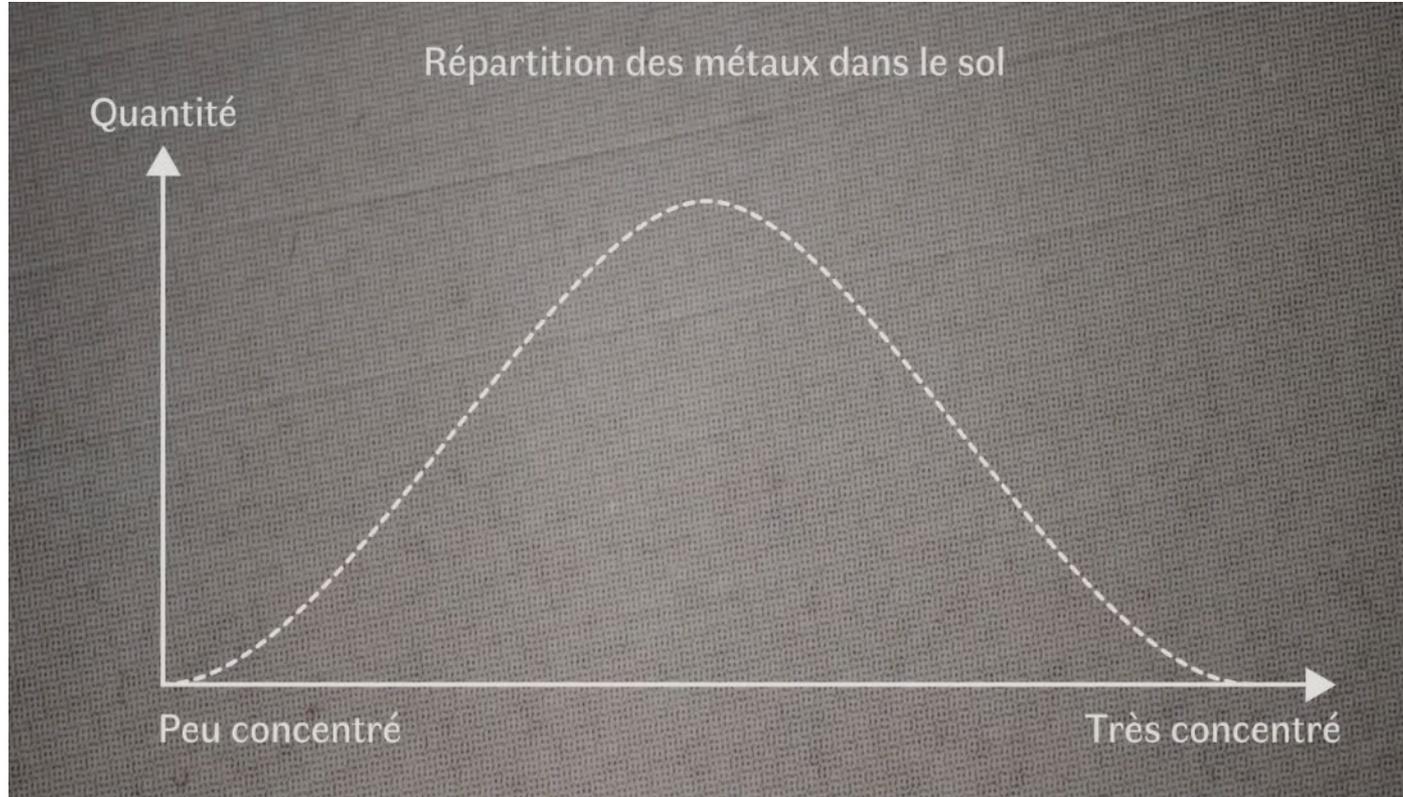


Une quantité de ressources en année qui ne descend pas en dessous de 30 an

Toutefois un fait acté : L'appauvrissement de la concentration des ressources



Source : Selon les chiffres de : *Epuisement des ressources naturelles*, EcolInfo (CNRS), 2014 & *Natural Resources*



Répartition des métaux dans le sol suit une loi log-normale

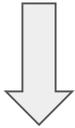
Avoir la capacité technologique d'extraire des métaux de moins en moins concentré, nous donne accès à de plus en plus de ressource

Finitude des ressources, que faire ?



Face à la diminution des ressources non renouvelables

La **substitution** des
minéraux rares par des
minéraux communs



Implique la baisse des
performances

Le **recyclage** et la
réutilisation des
minéraux



Taux de recyclage bas et
décyclage inévitable

La **réduction** de la
consommation de tous
les minéraux utiles

LIMITE 2 : RESSOURCES

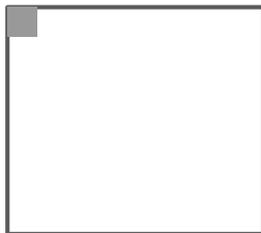
Limites environnementales
et sociales



Empreinte de l'extraction des métaux

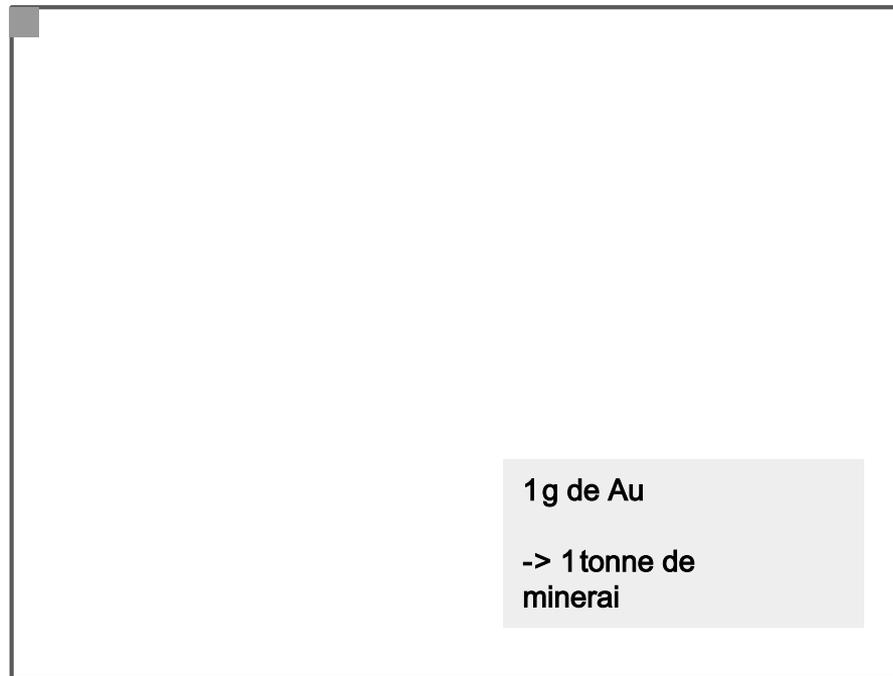


Cu : Concentration de 0,5 %



1 g de CU
-> 200 g de minerai

Au : Concentration de 0,0001 %



1 g de Au
-> 1 tonne de minerai

L'empreinte de l'exploitation des matières premières



“ To be frank, **no modern, large-scale, open-pit mine can be operated without significant long-term impacts**, partly because most [...] of all rock moved and processed [...] ends as waste, that is overburden and ore remaining after the metallic fraction has been removed. (Goodland, 2012, p. 2103)



Mine de Palabora
en Afrique du
Sud, ouverte en
1964

Goodland, R. (2012), Responsible Mining: The Key to Profitable Resource. Sustainability, 2099-2126.

Les mines c'est dans les zones désertiques, non ?



 **Mine de diamant Stornoway,
Québec, Canada**



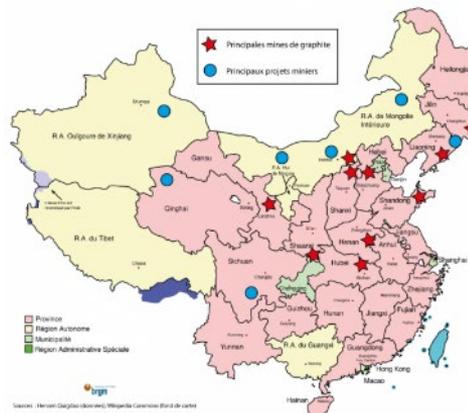
 **Mine de Fer, Lac Bloom, Québec, Canada**

Le poids social de mes MP, la mine industrielle de graphite



Province de Heilongjiang

Principales mines et projets miniers majeurs de graphite en Chine



En 2020, 95% des anodes de batterie Lithium-ion sont au graphite

The Washington Post

IN YOUR PHONE, IN THEIR AIR

A trace of graphite is in consumer tech. In these Chinese villages, it's everywhere.



Les résidus du graphite sont disséminés à travers la campagne sur des dizaines de kilomètres à la ronde. On parle d'un tapis de poussières toxiques sur une région agricole.

"L'air pétille", dans les villages de l'extrême nord-est de la Chine. "Quand un peu de lumière frappe les particules, elles brillent".

"pluies de graphite" et la pollution de l'eau



Le poids social de mes MP, la mine industrielle de fer



Province de Brumadinho



Source image : Les Echos



Vale, premier groupe mondial de minerai de fer

Le Monde

Consulter le journal

Se connecter

Planète | Comprendre le réchauffement climatique | 9 indicateurs de l'urgence climatique

PLANÈTE · BRÉSIL

La rupture du barrage de Brumadinho, qui a fait 270 morts et disparus au Brésil, « aurait pu être évitée »

Le groupe minier Vale n'avait pas informé les autorités d'anomalies. Contrairement aux précédents rapports, un nouveau fait état d'irrégularités.

Le Monde avec AFP
Publié le 06 novembre 2019 à 06h21, modifié le 06 novembre 2019 à 08h50 - Lecture 9 min.

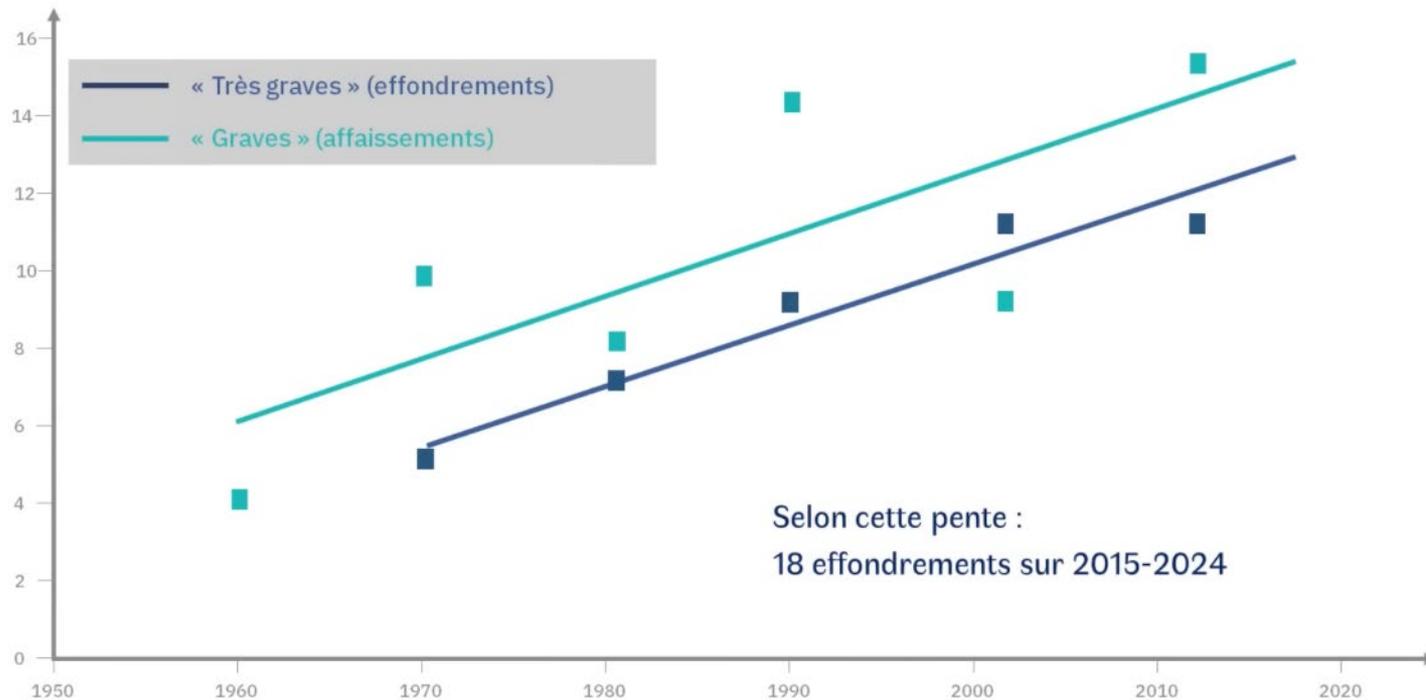
Ajouter à vos sélections



“Treize millions de tonnes de boues contenant des métaux lourds engloutissaient la ville de Brumadinho”, Reporterre, 2019

“Après Brumadinho et la rivière Paraopeta, la boue s’est déversée dans le fleuve San Francisco. Lequel traverse ensuite une zone très aride, où le fleuve est la seule source d’eau. La contamination des habitants est inévitable”, MAB, association locale

Si seulement c'était ponctuel ...



Le poids social de mes matières premières, la mine artisanale



Cobalt, Coltan, Lithium, Or, sont extrait de RDC

En Septembre 2020, encore 40 000 enfants travaillent dans les mines

Guillaume Pitron : *“En RDC, les conditions sont moyenâgeuses”*

11 septembre, un tunnel de la mine d'or de Kamituga s'est effondré, faisant **50 morts**

Dans le monde, en 2020, on estime à 1 million d'enfants dans les mines



Image article MediaCongo, 2 Février 2020

Des pollutions à l'échelle de la planète ...



Ghana, Brésil, Guyane :

Des milliers d'hectares de forêts et des peuples autochtones sont menacés par l'extraction d'or, de tantale, de cuivre, ou de manganèse

Argentine, Bolivie, Chili :

Conflit d'usage de l'eau et menace de survie des populations



Chine :

10% des terres arables sont contaminés par des métaux lourds, 80% des eaux des puits souterrains sont impropres à la consommation

Indonésie :

65 % des forêts et 70 % des récifs coralliens ravagés à cause de l'extraction de l'étain

➡ Ne jouons plus avec nos matières premières

LIMITE 3 : RESSOURCES

Limites énergétiques



Un peu plus de cuivre contre beaucoup plus d'énergie !



Energie de production d'un métal

$$E_P = \frac{\alpha}{c} + E_S + E_M$$

Extraction
et broyage

Séparation
du minerai
(entropie de mélange)

Métallurgie
(énergie de formation
de Gibbs ΔG_f)



Vidal et al. 2022

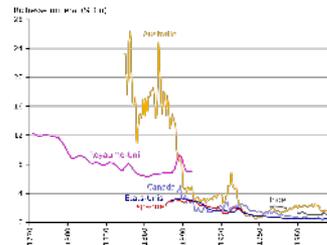
E(broyage & concasse), en 1/concentration

(Composante qui augmente)

L'interaction problématique entre l'énergie et les métaux



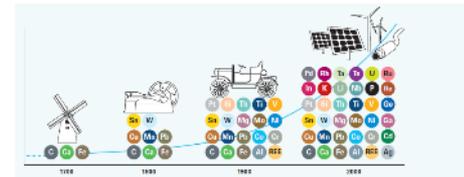
Minerais de moins en moins concentrés



Extraction des MP
requérant toujours
plus d'énergie



Production d'énergie
requérant toujours
plus de MP

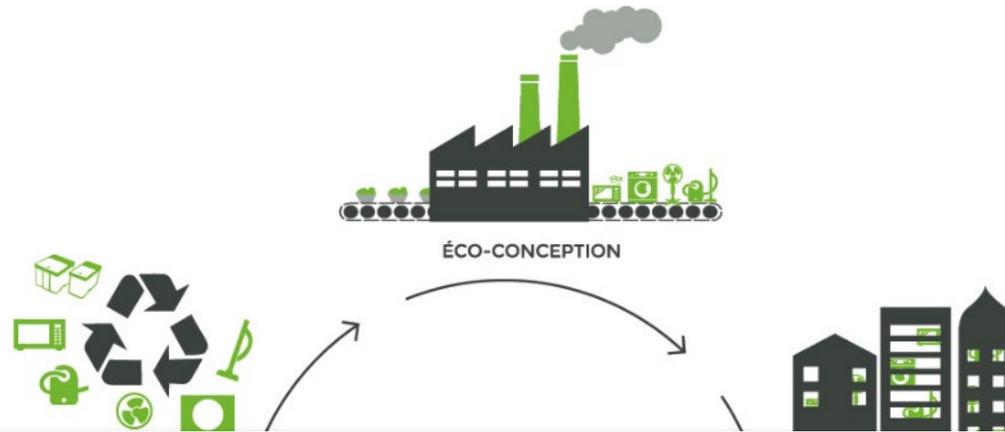


Énergie toujours
moins accessible

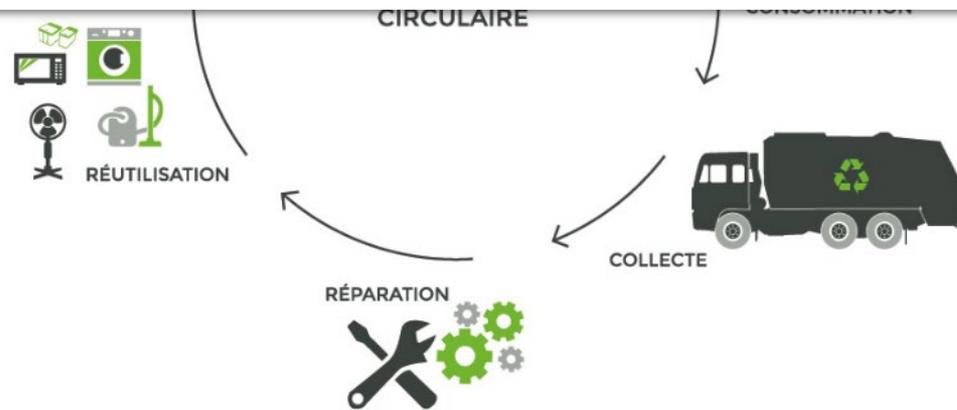


Conclusion : La fin de l'abondance - La fin d'un Buffet qu'on pensait à "volonté" ?





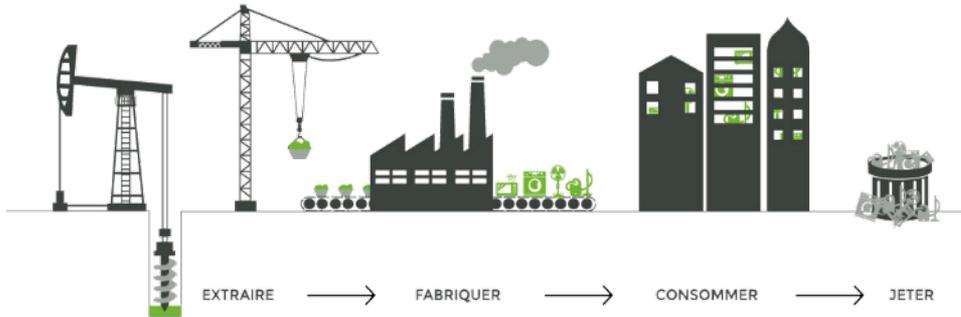
2. Passer d 'un modèle à l 'autre



Passer d'un modèle à l'autre ?



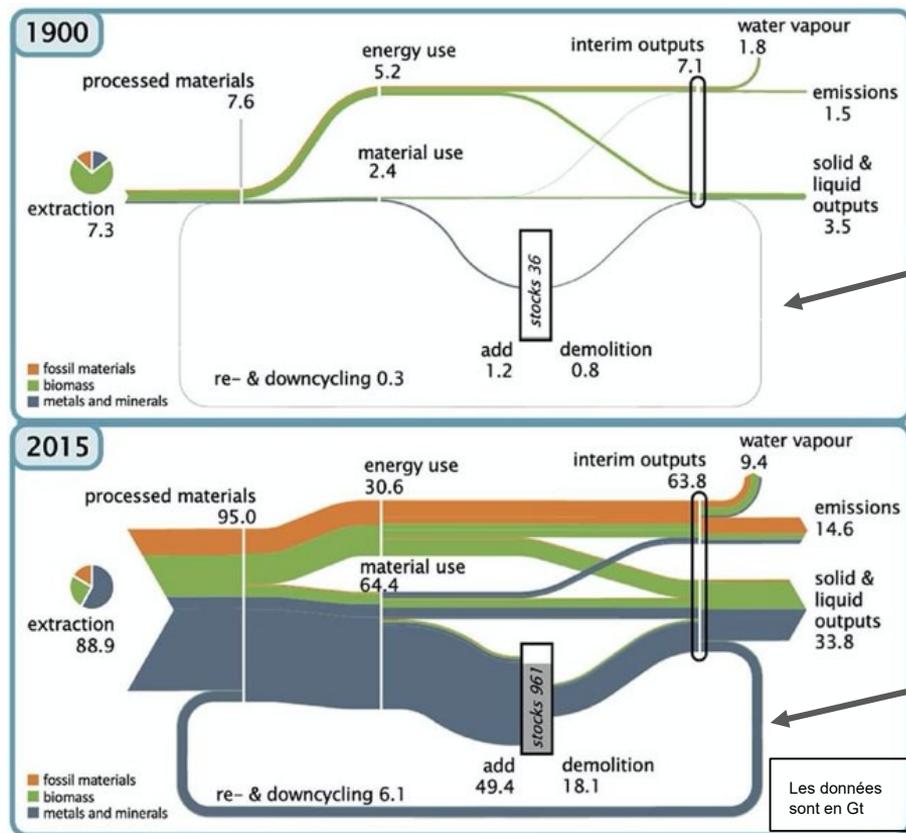
Modèle linéaire



Modèle circulaire



Dans le monde, un système encore trop linéaire



4% de rebouclage

6% de rebouclage

Globalement : les avantages et limites du modèle circulaire ?



Avantages

Réduction de la demande de MP
et la consommation énergétique

Meilleures gestion des
ressources épuisables

Stimulation des phases de
gestion des déchets et donc de
l'emploi

&

Limites

Limite liée au fonctionnement
(toujours besoin énergie et MP, déchets)

Limite physique
(éléments dispersifs, décyclage, ..)

Limite de gestion
(tendre vers un tri sélectif parfait ...)

Limite liée à la demande
(9 milliards en 2050)

Limite psychologique
(Ne pas devenir l'alibi du jetable)

Les limites du recyclage : Les usages dispersifs



Métal	% usage dispersif (chimie hors catalyse)	Exemples d'applications
Cadmium	20%	Pigments (plastique, verre, céramique), stabilisant (plastique)...
Chrome	~10%	Pigments, tannage des cuirs...
Cobalt	17%	Pigments, pneus, colles, savons, siccatifs...
Étain	14%	Stabilisant (PVC), peintures anti-algues, préservation (bois)...
Manganèse	10%	Piles, additif (céramique), pharmacie purification (eau) ...
Molybdène	-30%	Pigments, lubrifiants...
Plomb	12%	Additif (verre / cristal, céramique), stabilisant (PVC), pigments...
Titane	95%	Pigments, cosmétiques, dentifrices...
Zinc	6%	Pigments, pneus, cosmétiques, pharmacie...

Nous restons dans un modèle linéaire car : 2 raisons



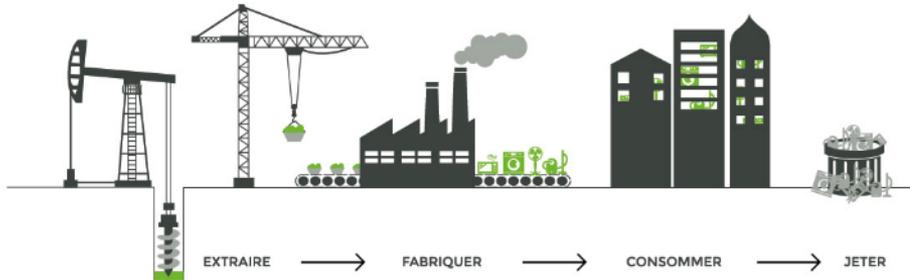
**Bloqué dans
l'économie linéaire**

**Recyclage n'est pas
assez développé**

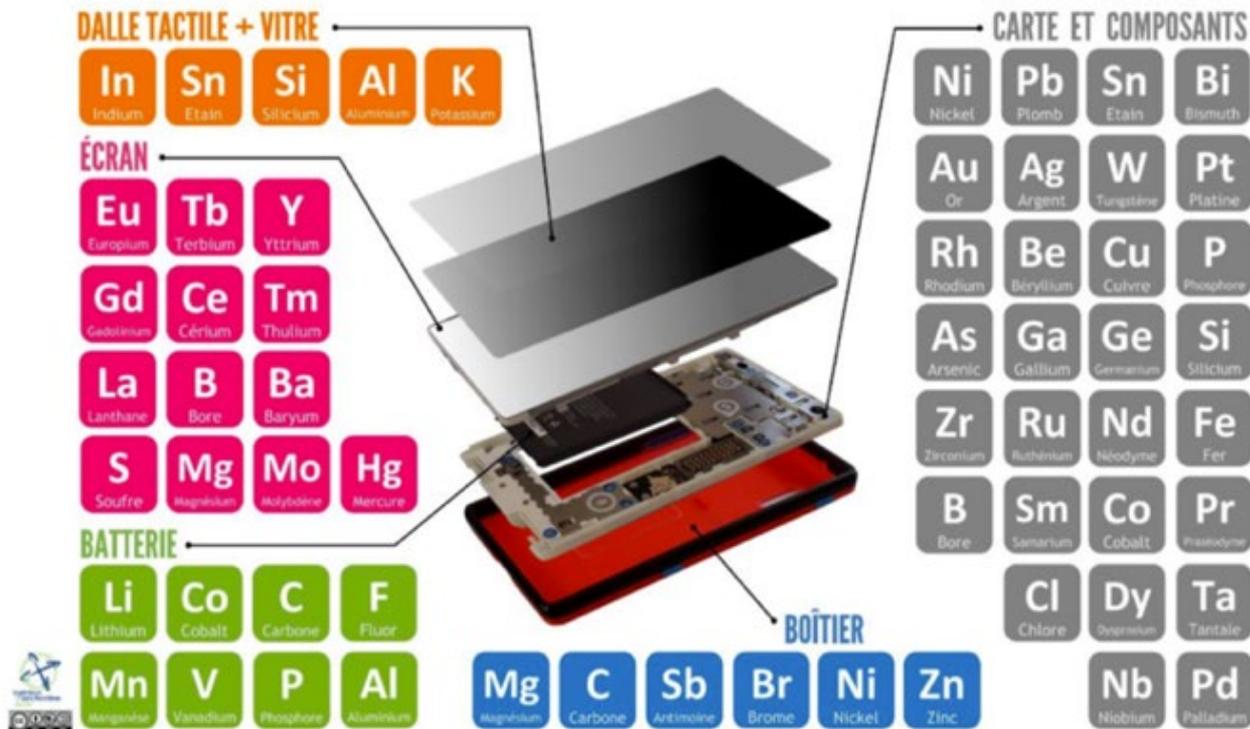


**Complexification
des objets**

ÉCONOMIE LINÉAIRE



Nous avons décidé de complexifier : L'exemple du téléphone portable



Liste des métaux présents dans un smartphone - Source : Ingénieurs Sans Frontières

Bon courage aux recycleurs !

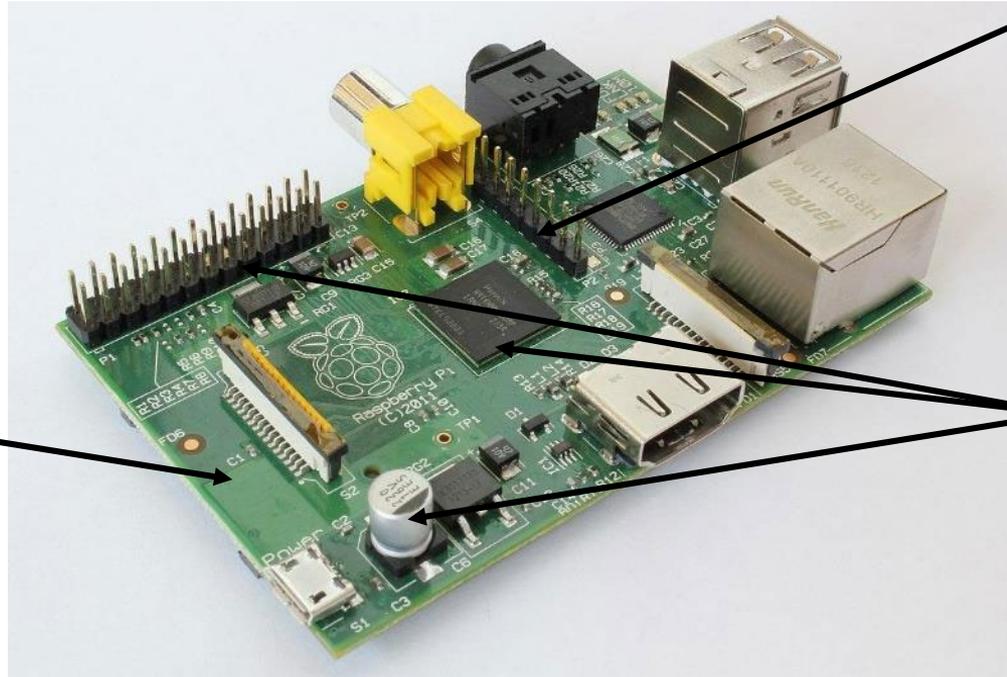


Substrat :

- > Fibre de verre imprégnée de résine époxy
- > Feuille de cuivre
- > Or et Palladium dans les perçages

Éléments chimiques :

Cu, C, O₂, H₂, Br₂, Sb, SiO₂, Al₂O₃, CaO, B₂O₃, Au, Pd



Connexions :

- > Des vis
- > Des nappes électriques
- > Des batteries

Composants :

- > Radiateur en aluminium
- > Pattes des composants en acier inoxydable
- > Petit condensateur au Tantale et Palladium
- > Matières plastiques

Éléments chimiques :

Al, Fe, Zn, Ni, Sn, Pb, Ta, Ag, Pd, Au

Taux de recyclage des métaux dans le monde

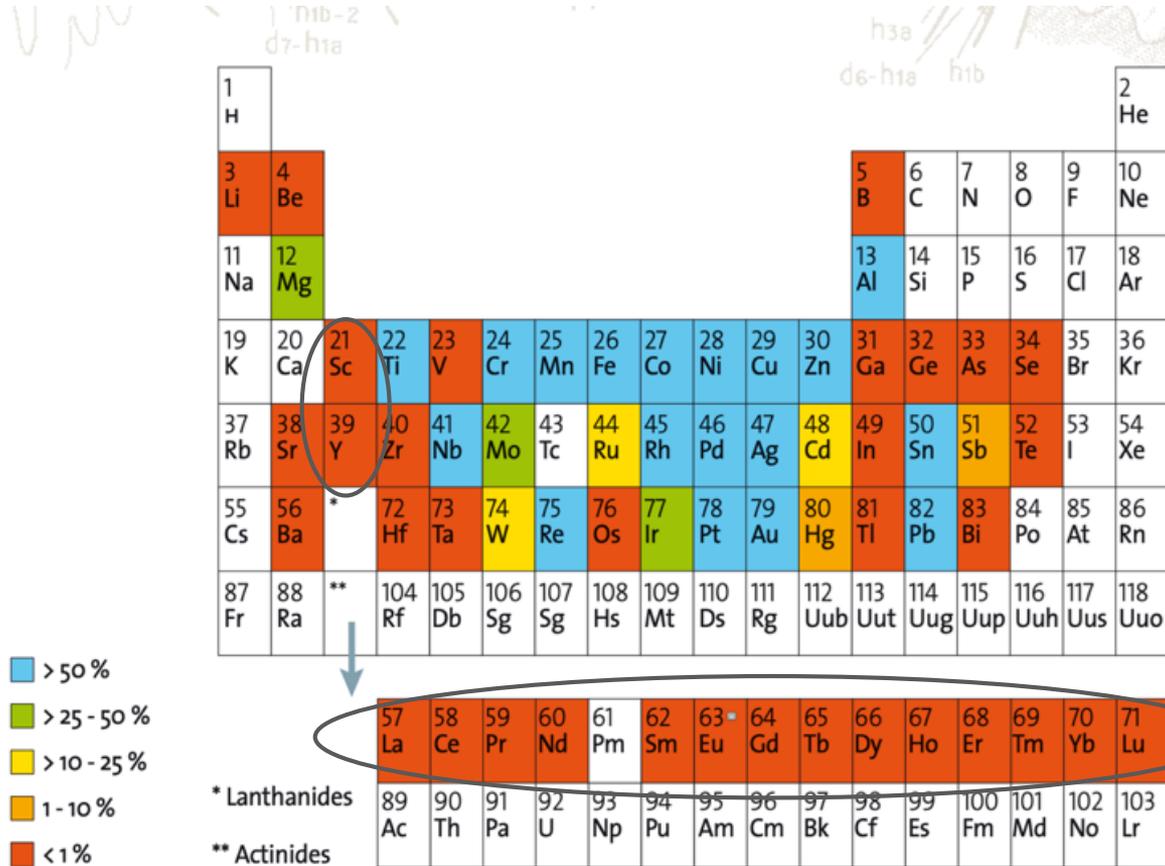


Fig. 2 : Taux de recyclage de 60 métaux issus de produits en fin de vie.

Fig. 2: Recycling rate of 60 metals from end-of-life products.

Source : IRP/Unep (2011).

Nous avons décidé de complexifier : L'exemple de l'appareil photo



Olympus Trip 35
Date de sortie : 1968



Nous avons décidé de complexifier : L'exemple de l'appareil photo



Nikon D700
Date de sortie : 2008



Plus c'est complexe plus c'est innovant ! Ha bon ?



Samsung Galaxy Z flip 5



Caractéristiques techniques :

- Processeur octa-coeur 3.36GHz, 2.8GHz, 2GHz
- Ecran Dynamic AMOLED 2X
- 2 caméras avec 12MP + 1 camera de 10MP
- Enregistrement vidéo UHD 4K (3840 x 2160) @60fps
- Bluetooth v5.3
- NFC
- Haut parleur stéréo
- Accéléromètre
- Baromètre
- Capteur d'empreintes digitales
- Capteur Gyro
- Capteur Geomagnétique
- Capteur à effet Hall
- Capteur de luminosité
- Capteur de proximité



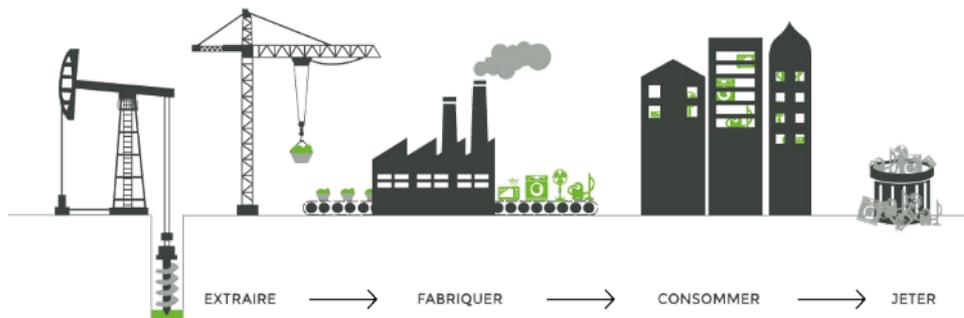
3. Et si j 'utilisais mes compétences pour l'intérêt général ?



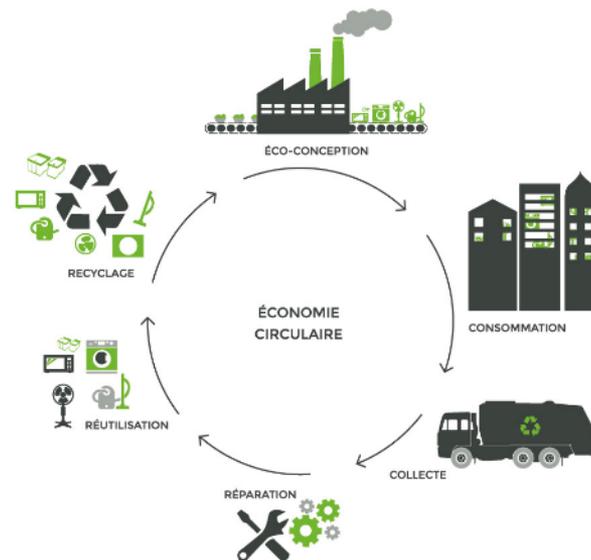
Passer d'un modèle à l'autre ?



Modèle linéaire



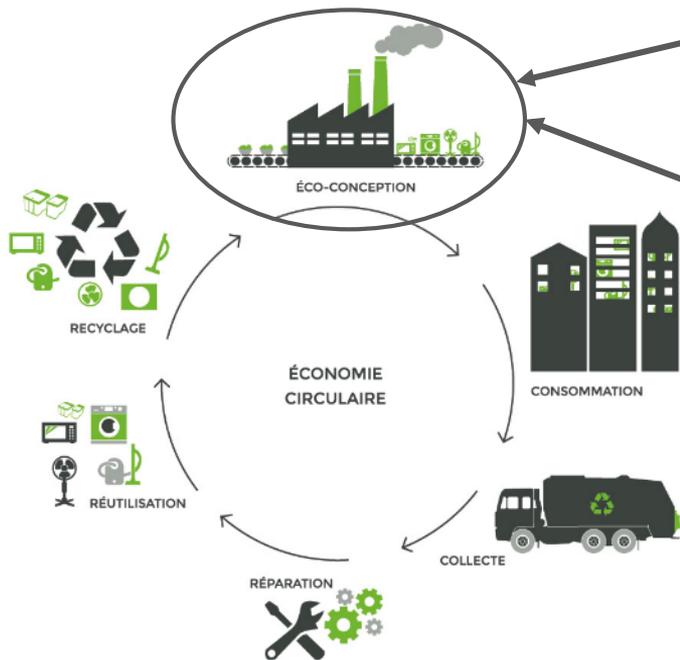
Modèle circulaire



Scientifique moderne : Jouer son rôle de facilitateur à la circularité



Modèle circulaire



Nouvelle mentalité
et Nouveau cahier
des charges

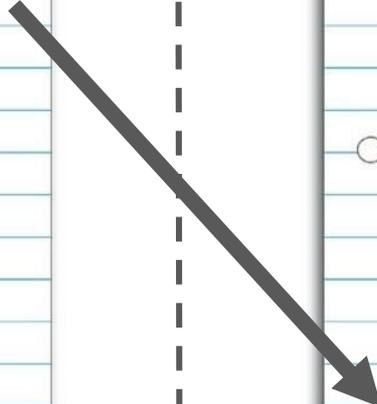
ACV et techniques
du scientifique
moderne

Un cahier des charges qui change



	<u>Cahier des Charges</u>
<input type="radio"/>	<u>Contraintes critiques</u>
	→ Consommation
	→ Poids
	→ Résistance mécanique
	→ Prix
<input type="radio"/>	Contraintes souples
	→ Forme
	→ Taille
<input type="radio"/>	

	Nouveau cahier des charges
<input type="radio"/>	<u>Contraintes critiques</u>
	→ Diminuer l'empreinte carbone de la consommation
	→ Un développement soutenable des pays pauvres
<input type="radio"/>	→ La fin de l'abondance
	→ Préservation des conditions de vie
	Contraintes souples
<input type="radio"/>	→ Prix, Résistance Mécanique, Poids, Taille,



Qu'est-ce que le Cycle de Vie d'un produit ?



A la suite d'une ACV, nous pouvons avoir des résultats sur :

- Empreinte carbone
- Émissions de particules
- Acidification (émission de molécules de H⁺)
- Epuisement de ressources minérales
- Epuisement des ressources fossiles (utilisation pour fabriquer l'électricité par exemple)
- Utilisation de l'eau
- Emission d'ozone photochimique (NMVOC eq)

Innovations
responsables, ça
ressemble à quoi ?



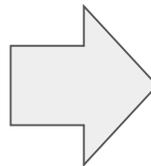
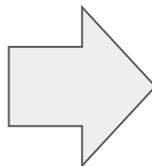


1^{er} étape : Réfléchir aux usages

Penser global, penser aux usages, faire des études systémiques



Il faut qu'on pense autant à la fabrication du produit qu'à son utilisation



Bulldozer Zéro Carbone
Eco Conçue



Nous réduisons la consommation, mais nous électrifions tout ce qui nous entoure



Mon dieu, mais comment faisons-nous avant ???



Aperçu

Caractéristiques

Caractéristiques

Avis et récompenses



Nettoyeur de baskets

GCA1000/60

★★★★☆ 36 Avis 🏆 1 récompense

Un moyen simple pour maintenir vos baskets propres

Le Nettoyeur de baskets Philips (Sneaker Cleaner) est conçu pour offrir un nettoyage simple et efficace des baskets. Sélectionnez la brosse adaptée à vos chaussures, humidifiez-la avec de l'eau et du savon, puis utilisez-la sur vos baskets pour un résultat rapide. [Voir tous les avantages >](#)

Vendu(s) par Philips Domestic Appliances (France)

Prix de vente recommandé 29,99-€ ⓘ

28,59 €

Livraison sous 1 à 3 jours ouvrés hors pièces détachées

Ajouter au panier



Aperçu

Caractéristiques

Caractéristiques

Avis et récompenses

Dimensions

Dimensions de l'emballage (l x H x L)

116 mm x 204 mm x 93 mm

Dimensions du produit (l x H x L)

60 mm x 69 mm x 170 mm

Poids

Poids du produit avec les piles 0,351 kg

Poids, emballage compris 0,501 kg kg

Recyclable

Emballage du produit

100 % recyclable

Mode d'emploi

100 % de papier recyclé

OUF !



La 5G augmentera la consommation énergétique du numérique (HCC), et donc participera à la dégradation des conditions de vie ...

Peut importe, on ira plus vite !

Et en décentré, à l'image de son parcours de vie Albert Camus nous l'exprime ainsi :

« Faute de valeur supérieure qui oriente l'action, on se dirigera dans le sens de l'efficacité immédiate. Rien n'étant vrai ni faux, bon ou mauvais, la règle sera de se montrer le plus efficace, c'est-à-dire le plus fort. Le monde alors ne sera plus partagé en justes et en injustes, mais en maîtres et en esclaves ».

« L'Homme révolté » (1951)

Réfléchir aux usages, c'est réfléchir à ce qui est essentiel



Un bon exercice : Lister les fonctions des composants

- Fonction d'énergie
- Fonction de sécurité
- Fonction de résistance
- Fonction d'information
- Fonction d'esthétique
- Fonction d'ajout d'éléments ludiques
- Etc

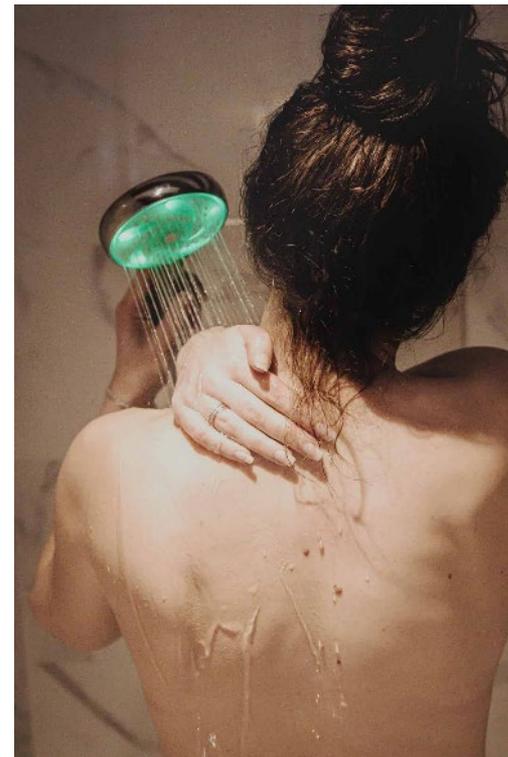
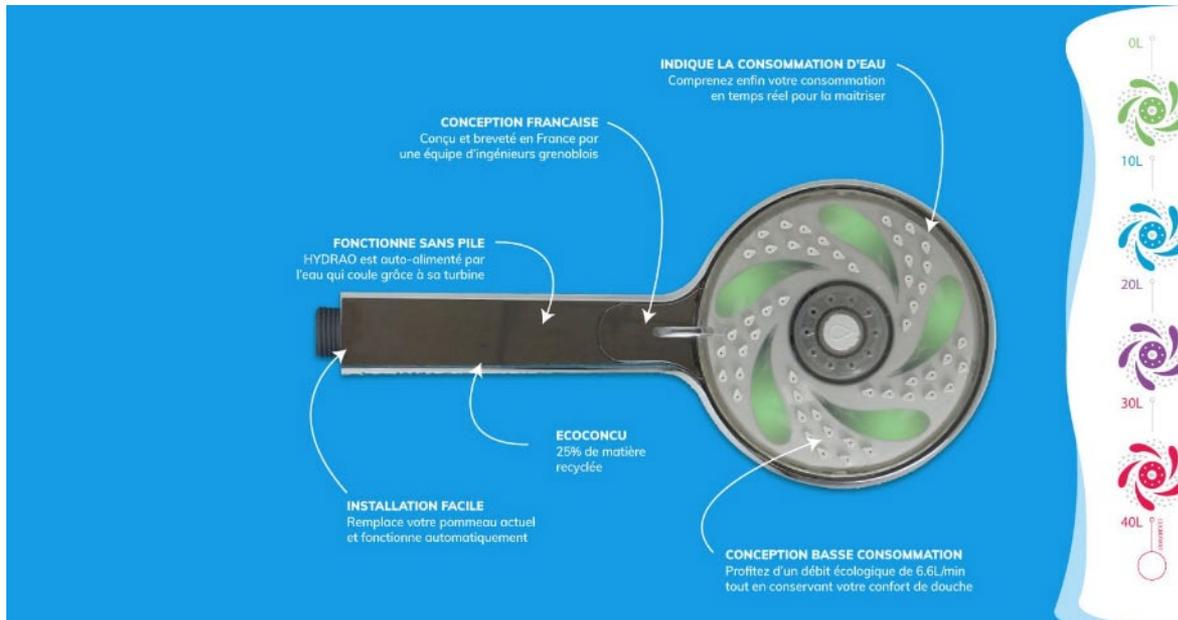
Se poser la question : Qu'est-ce qui est essentiel ?
Qu'est-ce qui est superflu ?





2^èm e étape : Réfléchir au Design / nudges

Le design et les nudges pour faire prendre conscience





4^eme étape : Réfléchir à l'Eco-Fabrication

Les techniques de l'ingénieur moderne



La frugalité



L'éco - conception



Les Right - Tech



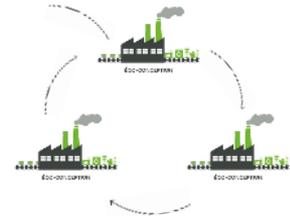
Le biomimétisme



La rénovation



La symbiose



La première des techniques : la frugalité ou l'intelligence d'être raisonnable



La première des techniques : la frugalité ou l'intelligence d'être raisonnable



La première des techniques : la frugalité ou l'intelligence d'être raisonnable



Écran plat pour tableau de bord ?

Écrans plats à l'arrière pour occuper les enfants ?

Coffre électrique ?

Fauteuils massants et volant chauffants ?

Commande vocale ?

Caméra de recul ?

Néons de décoration ?

système élec pour toit ouvrant ?

La première des techniques : la frugalité ou l'intelligence d'être raisonnable



Objectifs : véhicules efficients, réparables, reconditionnables, légers, économes et véhiculant personnes et une charge de 100 kg ou bien 3 personnes et leurs sacs,

1 à 2



Une structure simple :

- Structure de châssis tubulaire + plancher simple
- Des pièces simples de carrosserie (coque rigide avant avec amortisseur et coque rigide arrière) + pare-brise + toile textile souple
- Motorisation modulaire (pédalier, électrique ou hydrogène)

Revenons à l'essentiel



L'Éco -conception

- => Développer des produits qui ont du sens,
- => Avec une fabrication peu polluante,
- => Qui durent le plus longtemps possible (matériaux de qualité, facilement réparable, etc)

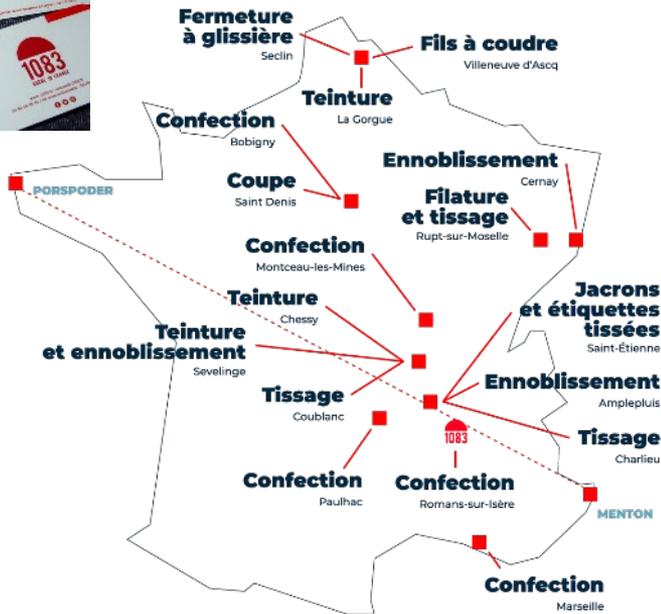




4 leviers d'actions :

- **Étendre la durée de vie de l'électronique** (facilité de réparation, possibilité de mise à niveau modulaire. Créer le hardware de manière à ce qu'il dure le plus longtemps possible, et fournir le support informatique pour que le software reste à jour.)
- **Réduire les déchets électroniques** (Finance la reprise de téléphones en fin d'utilisation, investissement dans des recherches pour lever les obstacles au recyclage, en Europe comme ailleurs, etc)
- **Choisir des matériaux équitables**
- **Mettre les employés au premier plan**

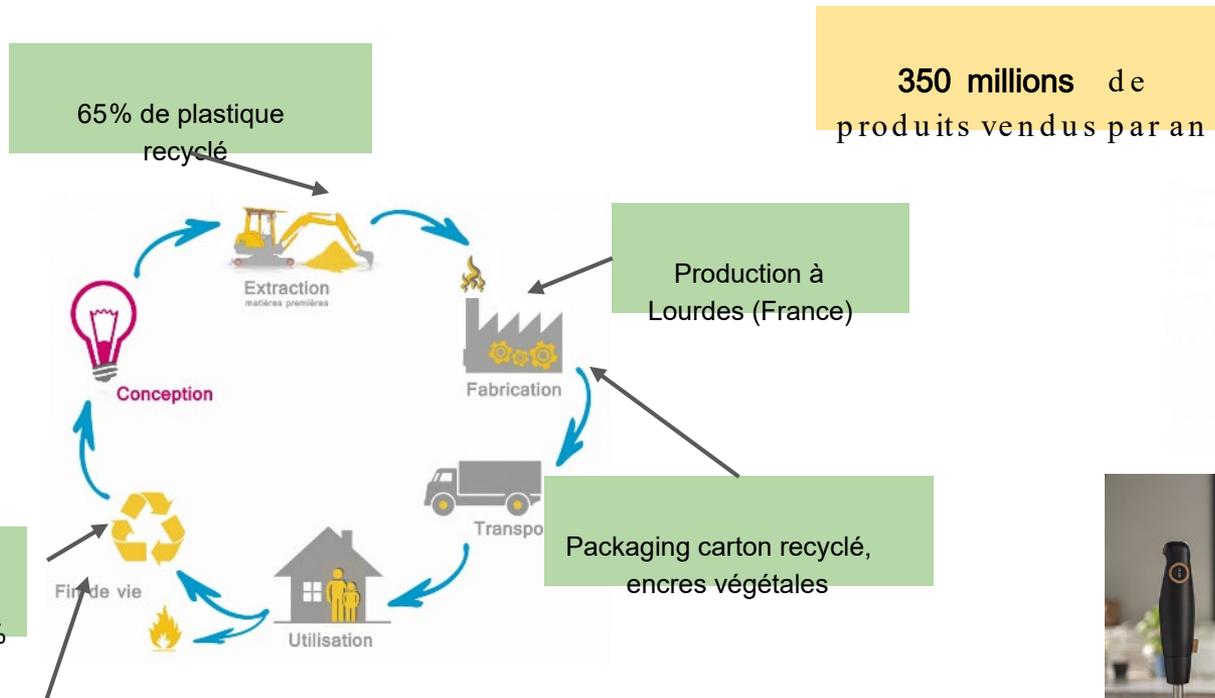
Des entreprises qui naissent vertueuses, et qui deviennent chef de file :



De nombreuses victoires :

- Relocalisation complète de la production (volonté de travailler sur le coton recyclé)
- Un travail de formation pour redevelopper les compétences locales perdues (école du jeans)
- Une matière première de qualité (coton bio et irrigué par des sources d'eaux naturelles, lancement d'une filière lin en France)
- Concept du jean Infini (paiement du consigne de 20 euros au départ, puis rendu. Le jean est ensuite entièrement recyclé et retransformé)

Des entreprises qui suivent le mouvement

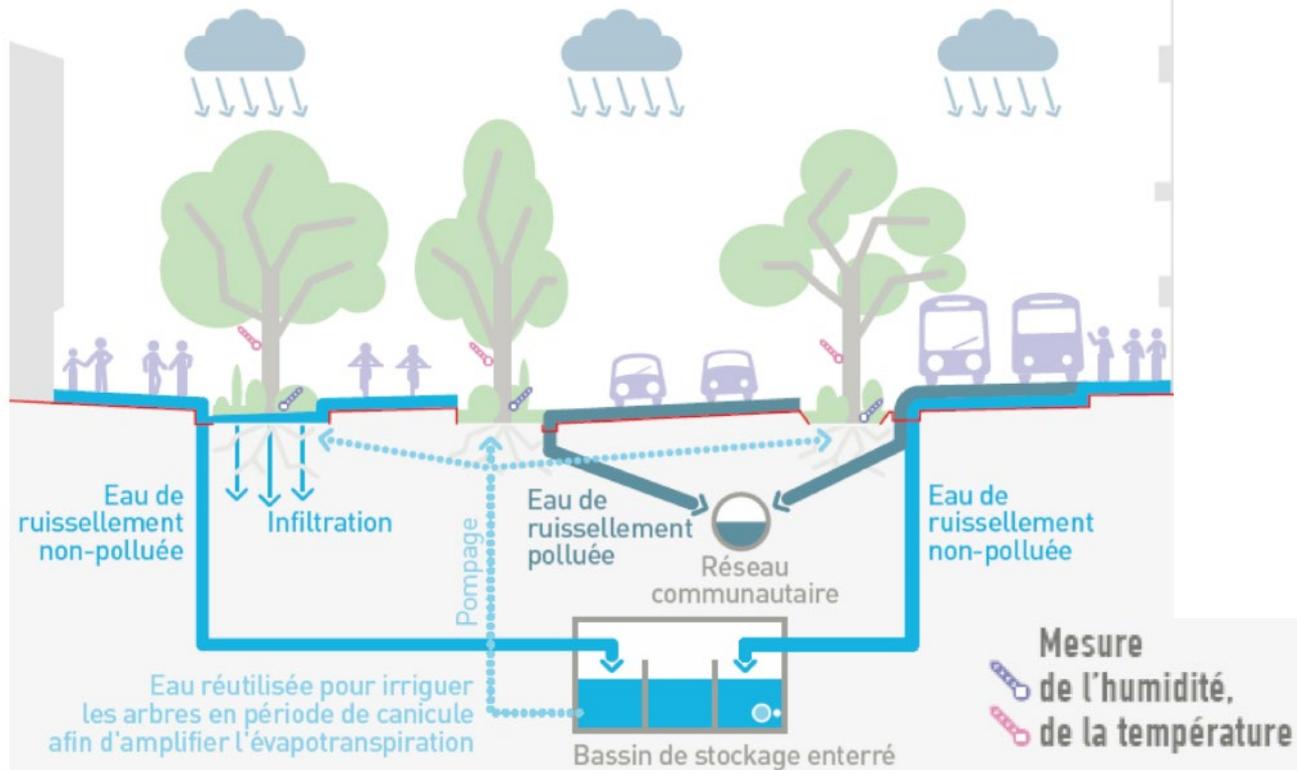


Tout est essentiel là ?

Les Right-Tech



DANS LE CADRE DU RÉAMÉNAGEMENT DE LA RUE GARIBALDI,
UNE EXPÉRIENCE PILOTE DE RAFFRAÎCHISSEMENT D'AIR DE LA VILLE EST MENÉE.



Des pièces simples et standardisées !



Source : Dicas de pedal



Robert Doisneau - Le vélo de Tati, 1949 (Pinterest)

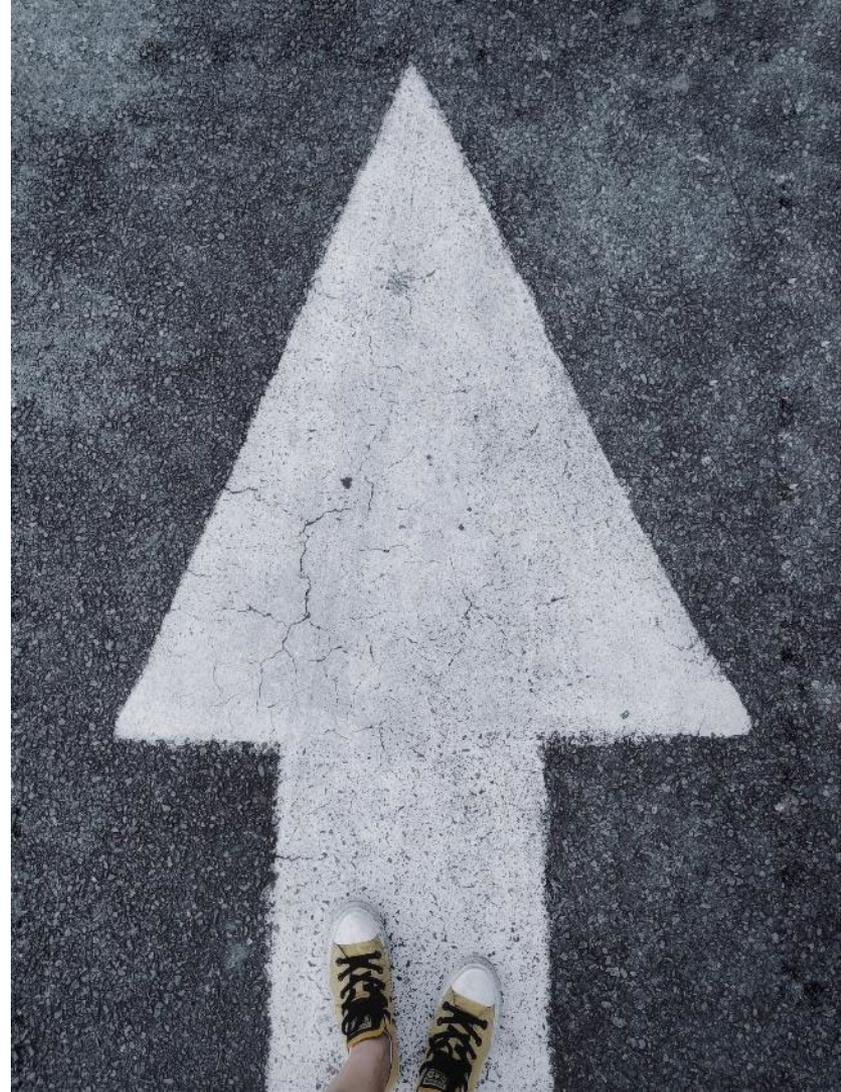
La rénovation



PHOENIX
MOBILITY



**Les jobs de
demain, ils
s'insèrent dans
quel cadre ?**



Les ODD pour guider nos choix



OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



2015 : L'agenda 2030 , programme universel pour le développement durable. Porte l'ambition de transformer notre monde en éradiquant la pauvreté et les inégalités en assurant sa transition écologique et solidaire à l'horizon 2030 .

AGENDA 2030

=

17 Objectifs signé en 2015 par
197 Etats, à atteindre pour
2030

2019 : Feuille de route de la
France, selon 6 piliers.

3 rapports pour aiguiller nos choix



Les 6 piliers choisis par la France :

Agir pour une Transition juste

Transformer les modèles de sociétés

S'appuyer sur l'éducation et la formation tout au long de la vie

Agir pour le bien-être et la santé de toutes et tous

Rendre effective la participation citoyenne à l'atteinte des ODD

Construire une transformation durable européenne et internationale



La SNBC

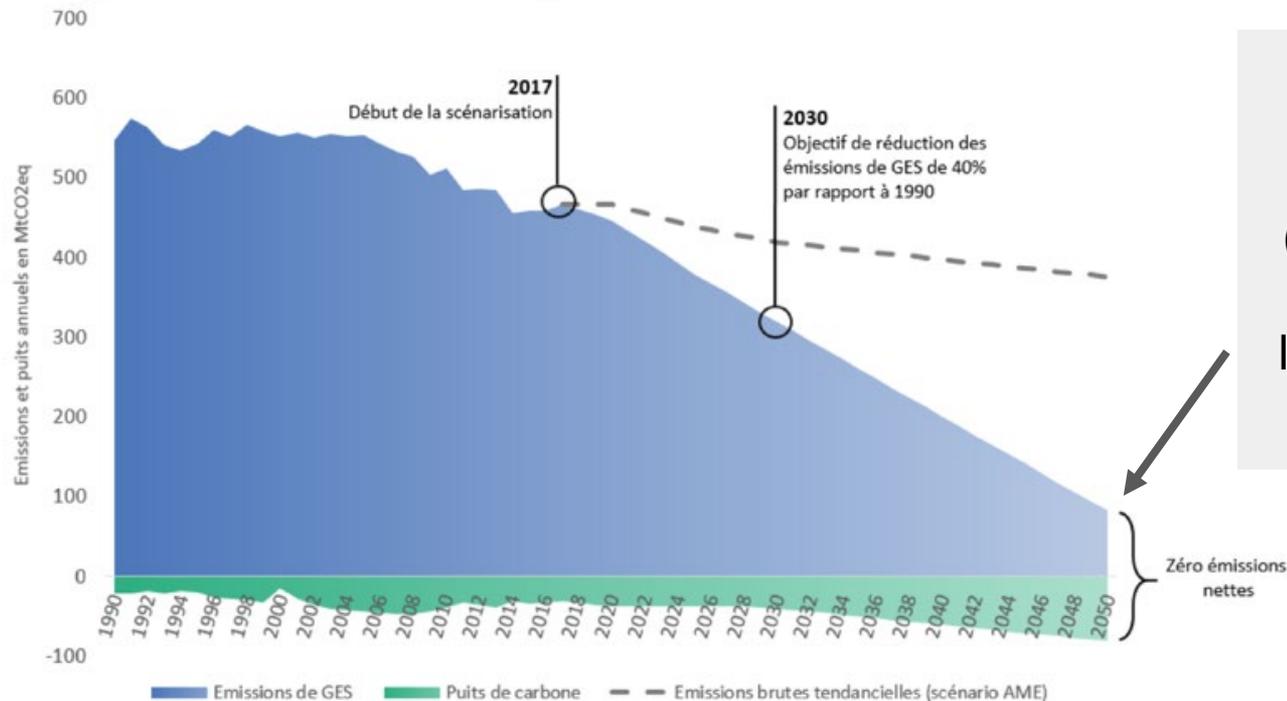


Le PNACC





Figure 1 - Evolution des émissions et des puits de GES sur le territoire national entre 2005 et 2050



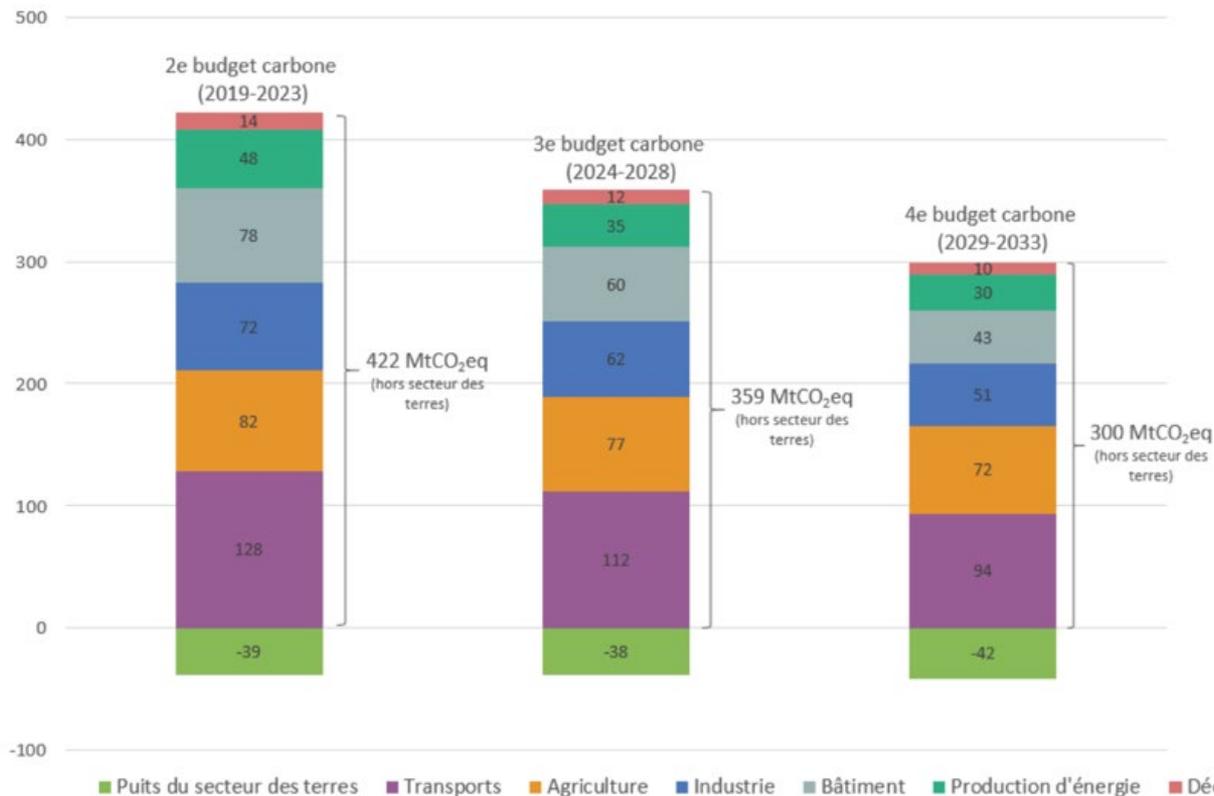
C'est acté !
Loi Énergie-Climat (LEC) du 9 novembre 2019, qui inscrit l'objectif de **neutralité carbone en 2050**

*Les émissions « tendancielle » sont calculées à l'aide d'un scénario dit « Avec Mesures Existantes » qui prend en compte les politiques déjà mises en places ou actées en 2017.

Réduction des GES, nouvelle contrainte de l'ingénieur



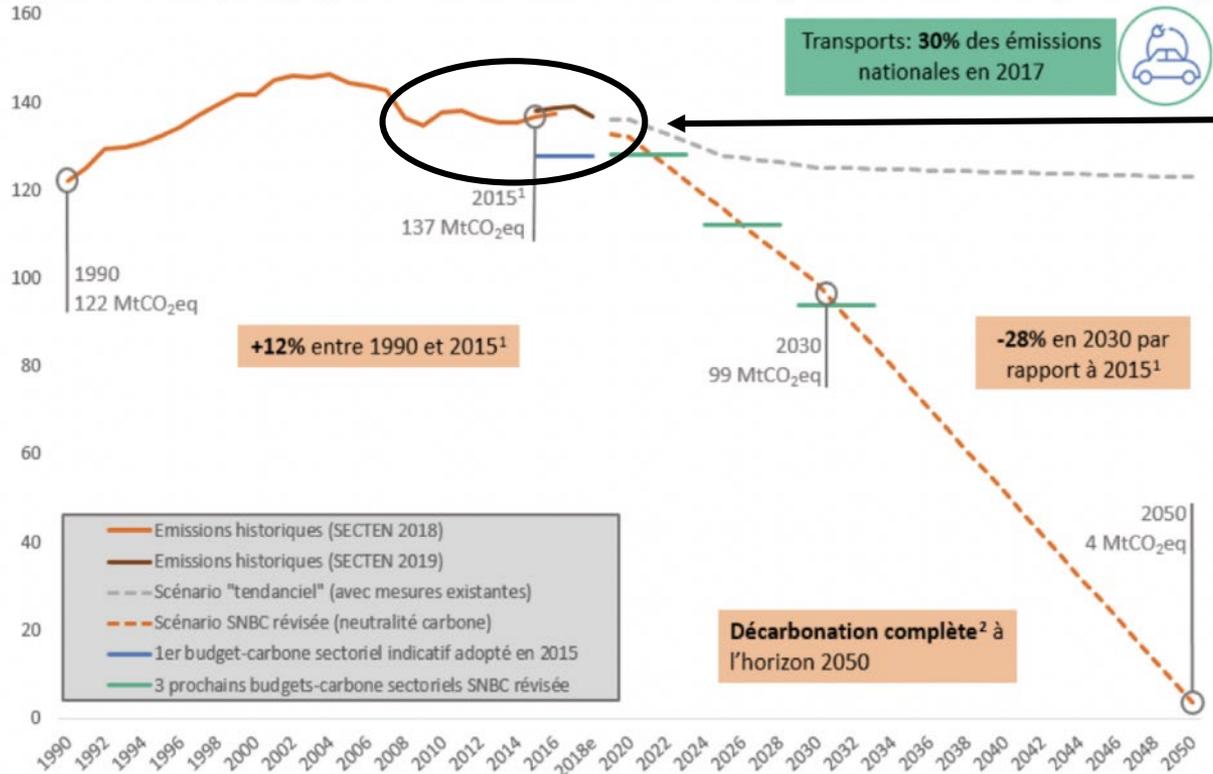
Figure 6 – Répartition sectorielle des trois prochains budgets carbone en MtCO₂eq



Source : Quotas d'émission en France, SNBC, 2018

1) Le secteur des transports

Figure 10 - Historique et projection des émissions du secteur des transports entre 1990 et 2050 (en MtCO₂eq)



Un bel effet-rebond !

Diminution de la consommation des moteurs thermiques annulée par :

- Augmentation de la taille des voitures
- Augmentation de la puissance
- Augmentation du nombre de véhicules



¹Les émissions de référence pour l'année 2015 sont issues de l'inventaire CITEPA SECTEN 2018

²Ne tient pas compte des fuites résiduelles « incompressibles » de gaz (gaz fluorés, gaz renouvelables) et des émissions résiduelles issues du transport aérien domestique.

3 rapports pour aiguiller nos choix



La SNBC



Le PNACC



Transition(s) 2050



4 scénarios vers la neutralité carbone



LA SOCIÉTÉ EN 2050

					
	S1 GÉNÉRATION FRUGALE	S2 COOPÉRATIONS TERRITORIALES	S3 TECHNOLOGIES VERTES	S4 PARI RÉPARATEUR	
MODES DE VIE	Société <ul style="list-style-type: none"> Recherche de sens Frugalité choisie mais aussi contrainte Préférence pour le local Nature sanctuarisée 	<ul style="list-style-type: none"> Évolution soutenable des modes de vie Économie du partage Équité Préservation de la nature inscrite dans le droit 	<ul style="list-style-type: none"> Plus de nouvelles technologies que de sobriété Consumérisme « vert » au profit des populations solvables, société connectée Les services rendus par la nature sont optimisés 	<ul style="list-style-type: none"> Sauvegarde des modes de vie de consommation de masse La nature est une ressource à exploiter Confiance dans la capacité à réparer les dégâts causés aux écosystèmes 	Société
	Alimentation <ul style="list-style-type: none"> Division par 3 de la consommation de viande Part du bio: 70 % 	<ul style="list-style-type: none"> Division par 2 de la consommation de viande Part du bio: 50 % 	<ul style="list-style-type: none"> Baisse de 30 % de la consommation de viande Part du bio: 30 % 	<ul style="list-style-type: none"> Consommation de viande quasi stable (baisse de 10 %), complétée par des protéines de synthèse ou végétales 	Alimentation
	Habitat <ul style="list-style-type: none"> Rénovation massive et rapide Limitation forte de la construction neuve (transformation de logements vacants et résidences secondaires en résidences principales) 	<ul style="list-style-type: none"> Rénovation massive, évolutions graduelles mais profondes des modes de vie (combinaison plus développée et adaptation de la taille des logements à celle des ménages) 	<ul style="list-style-type: none"> Déconstruction-reconstruction à grande échelle de logements Ensemble des logements rénovés mais de façon peu performante: la moitié seulement au niveau Bâtiment Basse Consommation (BBC) 	<ul style="list-style-type: none"> Maintien de la construction neuve La moitié des logements seulement est rénovée au niveau BBC Les équipements se multiplient, alliant innovations technologiques et efficacité énergétique 	Habitat
	Mobilité des personnes <ul style="list-style-type: none"> Réduction forte de la mobilité Réduction d'un tiers des km parcourus par personne La moitié des trajets à pied ou à vélo 	<ul style="list-style-type: none"> Mobilité maîtrisée 17 % de km parcourus par personne Près de la moitié des trajets à pied ou à vélo 	<ul style="list-style-type: none"> Mobilités accompagnées par l'État pour les maîtriser: infrastructures, télétravail massif, cooptage 13 % de km parcourus par personne 30 % des trajets à pied ou à vélo 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation forte des mobilités 28 % de km parcourus par personne Recherche de vitesse 20 % des trajets à pied ou à vélo 	Mobilité des personnes
	Technique Rapport au progrès, numérique, R&D	<ul style="list-style-type: none"> Innovation autant organisationnelle que technique Règne des low-tech, réutilisation et réparation Numérique collaboratif Consommation des data centers stable grâce à la stabilisation des flux 	<ul style="list-style-type: none"> Investissement massif (efficacité énergétique, ENR et infrastructures) Numérique au service du développement territorial Consommation des data centers stable grâce à la stabilisation des flux 	<ul style="list-style-type: none"> Ciblage sur les technologies les plus compétitives pour décarboner Numérique au service de l'optimisation Les data centers consomment 10 fois plus d'énergie qu'en 2020 	<ul style="list-style-type: none"> Innovations tout azimut Cooptage, stockage ou usage du carbone capturé indispensable Internet des objets et intelligence artificielle omniprésents: les data centers consomment 15 fois plus d'énergie qu'en 2020
Gouvernance fohelles de décision, coopération internationale	<ul style="list-style-type: none"> Décision locale, faible coopération internationale Réglementation, interdiction et raisonnement via des quotas 	<ul style="list-style-type: none"> Gouvernance partagée Fiscalité environnementale et redistribution Décisions nationales et coopération européenne 	<ul style="list-style-type: none"> Cadre de régulation minimale pour les acteurs privés État planificateur Fiscalité carbone ciblée 	<ul style="list-style-type: none"> Soutien de l'offre Coopération internationale forte et ciblée sur quelques filières clés Planification centralisée du système énergétique 	Gouvernance Echelles de décision, coopération internationale
Territoire Rapport espaces ruraux - urbains, artificialisation	<ul style="list-style-type: none"> Rôle important du territoire pour les ressources et l'action « Démétropolisation » en faveur des villes moyennes et des zones rurales 	<ul style="list-style-type: none"> Reconquête démographique des villes moyennes Coopération entre territoires Planification énergétique territoriale et politiques foncières 	<ul style="list-style-type: none"> Métropolisation, en concurrence des territoires, villes fonctionnelles 	<ul style="list-style-type: none"> Faible dimension territoriale, étalement urbain, agriculture intensive 	Territoire Rapport espaces ruraux - urbains, artificialisation
ÉCONOMIE	Macro-économie <ul style="list-style-type: none"> Nouveaux indicateurs de prospérité (écarts de revenus, qualité de la vie...) Commerce international contracté 	<ul style="list-style-type: none"> Croissance qualitative, « réindustrialisation » de secteurs clés en lien avec territoires Commerce international régulé 	<ul style="list-style-type: none"> Croissance verte, innovation poussée par la technologie Spécialisation régionale Concurrence internationale et échanges mondialisés 	<ul style="list-style-type: none"> Croissance économique carbonée Fiscalité carbone minimaliste et ciblée Économie mondialisée 	Macro-économie
	Industrie <ul style="list-style-type: none"> Production au plus près des besoins 70 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage 	<ul style="list-style-type: none"> Production en valeur plutôt qu'en volume Dynamisme des marchés locaux 80 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage 	<ul style="list-style-type: none"> Décarbonation de l'énergie 60 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage 	<ul style="list-style-type: none"> Décarbonation de l'industrie partant sur le captage et stockage géologique de CO₂ 45 % de l'acier, mais aussi de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques viennent du recyclage 	Industrie

**Des exemples
d'entreprises de
demain ?**

Trouver une entreprise qui a conscience des enjeux



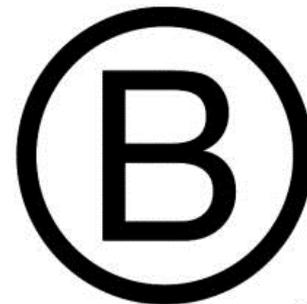
~~Les enjeux climatiques et de préservation des ressources sont intégrés à la démarche environnementale de l'entreprise~~

Les enjeux climatiques et de préservation des ressources sont intégrés à la **stratégie globale** de l'entreprise

Pour nous aider, les labels d'entreprises éco responsables



Entreprise



Certifiée



**MINISTÈRES
TRANSITION ÉCOLOGIQUE
COHÉSION DES TERRITOIRES
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
MER**

*Liberté
Égalité
Fraternité*





Les start-up et PME lauréates Greentech Innovation

L'initiative Greentech Innovation accompagne des start-up et PME innovantes qui innovent au service de la transition écologique.

Depuis le lancement en 2016, 247 greentech sont lauréates et bénéficient d'un accompagnement complet, d'une visibilité accrue ainsi que d'évènements qui permettent la rencontre entre start-up, PME et autres acteurs du développement durable.

[Ouvrir l'annuaire](#)

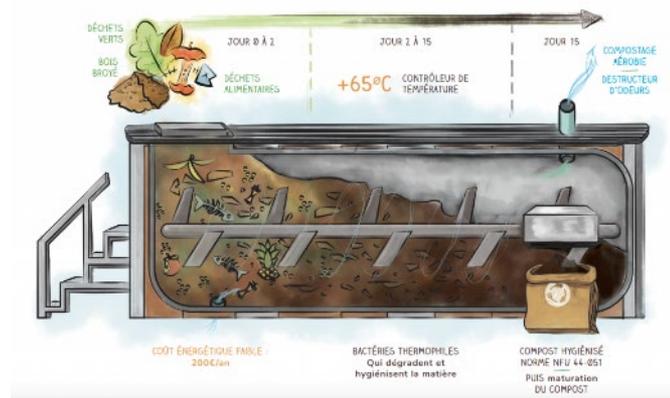
[Voir la version PDF](#)



Valorisation des
biodéchets

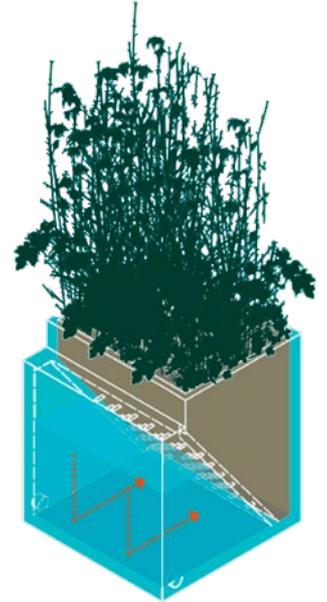


UPCYCLE



Végétalisation de
la ville

vertuo.



Logistique urbaine
durable





Numérique pour des app de troc et réparation

- > Le bon coin / Greentraders / Mytroc
- > Spareka

Numérique pour l'adaptation au CC :

- > logiciels de gestion de crise pour les phénomènes météorologique extrême (KEYROS)
- > Numérique et IA pour les prévisions des feux de forêts

Numérique pour l'aide à la décision :

- > Logiciel pour modeliser le mix de mobilités des territoires (Modality)
- > Logiciel pour fournir les indicateurs santé - environnement (qualité de l'air, de l'eau, bruit, pollens, etc) (MEERSENS)
- > Outil d'aide à l'achat (YUKA, MYLABEL)

Numérique pour la ville/bâtiment durable :

- > Logiciel pour anticiper l'empreinte env de la construction (CARBON Saver),
- > outil de pilotage pour réduire la conso électrique (Deepki, ECOJOKO)
- > Logiciel pour optimiser la logistique urbaine (DEKI, K-RYOLE)
- > Outil pour la mobilité partagé (Blablacar, Ecov)

Numérique pour une nouvelle gouvernance :

- > logiciel de participation citoyenne dans les ville (Cartodébat),



Travaux pour diminuer les consommations des composants électriques

Electronique pour l'énergie :

-> Gestion PV et autoconsommation collective, applications éolienne, hydraulique, nucléaire, ...

Électronique pour les mobilités :

-> Vélos électriques, véhicules légers et sobres électriques,
-> fret électrique, train
-> système de raccordement des véhicules électriques (AMPERE),
-> Batterie sécable et reparable (Gouach)
-> Retrofit (TOLV, LORMAUTO)

Électronique pour la gestion des ressources :

-> Détection des fuites d'eau dans les canalisations (ACWA Robotics)

Electronique pour les batiments et villes durables :

-> Récupération de chaleurs des bardages (Air booster),
-> Mesures des polluants en villes (ATMOTRACK),
-> Chauffage électrique, pompes à chaleur, géothermie (GEOSOPHY)
-> Limitation des consommations d'eau par les nudges (HYDRAO)

Electronique pour la santé :

-> respirateurs, IRM, équipements pour mesurer les constantes, ..



Physique des Semiconducteurs :

-> Dans les filières panneaux solaires

Physique des lasers :

-> Laser pour les filières médicales

Optique pour la prévention et la collecte :

-> Détection de gaz dangereux,

-> Détection de plastique

Physique dans les filières de recyclage des métaux



Matériaux pour l'énergie :

- > Panneaux photovoltaïque,
- > pales d'éolienne à la fois résistantes et plus facilement recyclable,
- > batteries

Matériaux pour le sport :

- > matériaux plus résistants, et plus recyclables, ...

Matériaux pour l'économie circulaire :

- > Utilisation de "déchets" pour proposer une matière utilisable (Capillum)

Matériaux pour la ville durable :

- > Matériaux de voirie non waterproof,
- > Matériaux adaptés aux pics de chaleurs (IMMOBLADE),
- > Construction en béton de bois (CCB Greentech),
- > Construction via l'argile (Materr'Up),
- > Peinture réfléchissante sur les toits pour limiter la chaleur (Cool Roof),

Matériaux dans les filières de recyclage des métaux



Soyons fier.e.s d'être ingénieur.e.s !



De nombreux secteurs stimulant la demande d'innovation



Nous voulons travailler pour le bien commun

Les nouvelles missions de l'ingénieur moderne : C'est pas sorcier !



Ne plus fabriquer de gadget - arbitrer les usages

Retourner à la simplicité de MP, de fabrication

Sortir du confort démesuré et ne pas avoir peur de l'effort physique

Concevoir moins d'équipement et réfléchir au partage

Augmenter la durée de vie des produits existants et des nouveaux produits

Concevoir collectivement



Dans tous les cas ! Comment utiliser au mieux ses compétences ?



Travailler dans une entreprise, c'est donner caution à cette même entreprise et donc donner caution au système

Ingénieur.e sur les prochains
smartphone à 1400 euros ?

Ingénieur.e en agro-écologie pour faire
pousser des trucs qui se mangent ?

Serveur dans un grand hotel de luxe,
qui vit du tourisme de masse

Serveur.se dans un petit restaurant qui
prône les produits locaux et de qualités

Commercial pour une grande boite,
passant mes journées à vendre des
trucs qui répondent à aucun besoin

Commercial.e dans une PME qui
fabriquent des batteries de voiture
électrique réparable

Le challenge est énorme ! Soyons ambitieux !



“Le défi qui est devant nous est complètement extraordinaire. Il est semblable à celui que nos sociétés ont connu au sortir de la seconde guerre mondiale, lorsqu’il a fallu rebâtir entièrement nos sociétés. Nous devons repenser entièrement nos organisation, la manière dont nos travail est organisé, nous devons rebâtir nos systèmes économiques”

Dominique Méda, professeur, Université Paris Sorbonne, dans le cadre de l’UVED, avril 2020

N'oublions pas les autres colocataires de ce monde



Nous avons envie d'être des ingénieurs qui ne travaillent pas au détriment des autres vivant

Il y a un monde qui attend qu'on le change



Il est temps de prendre son avenir en main !



- Lisez un rapport sur la TE, et partagez le !
- Regardez une conférence sur la TE, et partagez là !
- Engagez-vous dans une asso (Il existe TWM, vous n'avez plus d'excuse !)
- Participer à la vie de l'école !



THINK WHAT MATTERS

Se poser les bonnes questions pour la transition



Conférences

&



Projets concrets

Aspect Social

Lutter contre la précarité étudiante



Union des étudiant·e·s
de Grenoble

Aspect Education

Réformer les enseignements

