

Climat, informatique et logiciel libre

Les liaisons dangereuses

François Poulain



Master I2L — 23 septembre 2022



Disclaimer :

- Je ne suis expert d'aucune science du climat.
- Ma vieillissante expertise scientifique c'est l'automatique (mathématiques appliquées).
- Ma profession c'est l'informatique libre (développement, administration/maintenance, devops).
- Plutôt amateur éclairé.
- J'essaie d'être éclairant, pas expert.
- Ne croyez rien de ce que je vous dis : vérifiez le !!!

- 1 Preamble
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

« Quand on me contrarie, on éveille mon attention, non pas ma colère ; je m'avance vers celui qui me contredit, qui m'instruit. »

Montaigne, Les Essais

Est démocratique :

- une société qui se reconnaît divisée,
- c'est-à-dire traversée par des contradictions d'intérêt,
- et qui se fixe comme modalité, d'associer à parts égales, chaque citoyen :
 - dans l'expression de ces contradictions,
 - dans l'analyse de ces contradictions ;
 - et dans la mise en délibération de ces contradictions,
- en vue d'arriver à un arbitrage.

Il y a des réalités physiques dures

Arbitrages :

- nécessaires,
- pour éviter que des besoins jugés précieux,
- ne pâtissent de la surconsommation d'autres jugés moins essentiels.

Il s'agit donc bien :

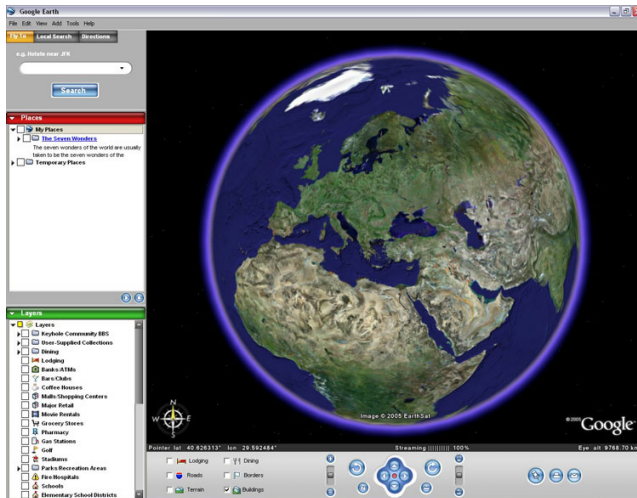
- de choix de société,
- à arbitrer collectivement,
- pour éviter que des contraintes ne s'imposent contre notre gré et à nos dépends.

Au 21^{ème} siècle, ne pas choisir n'est plus une option viable.

Sommaire

- 1 Preamble
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

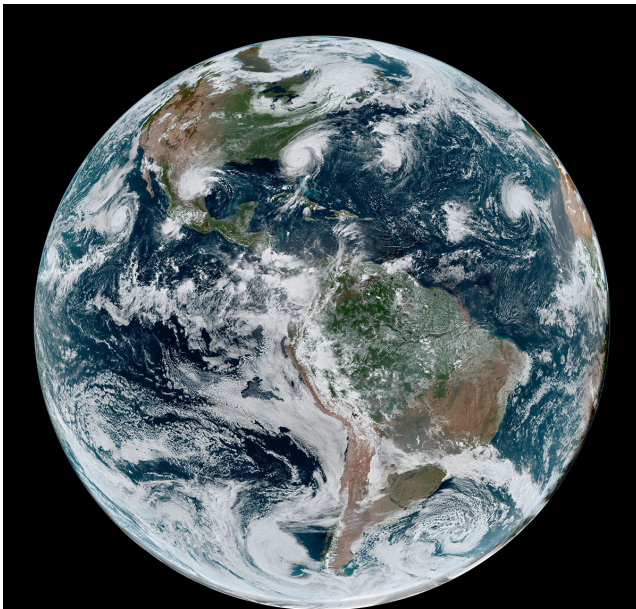
Une présentation de notre vaisseau spatial



Plus réaliste. Mais où est passée l'atmosphère ?



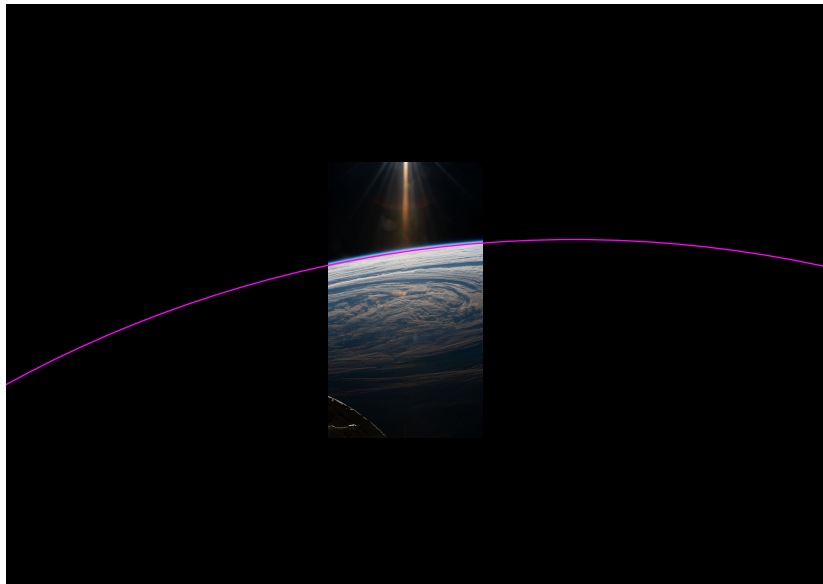
Plus réaliste et plus moderne. Atmosphère ?



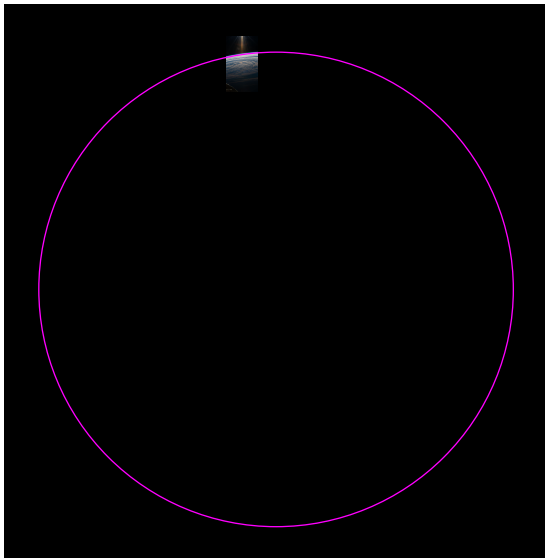
Zoomons pour voir l'atmosphère



Mais c'est petit !



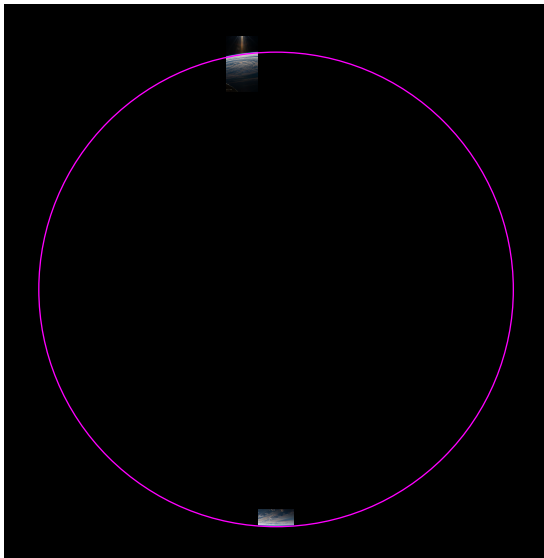
Mais c'est tout petit !



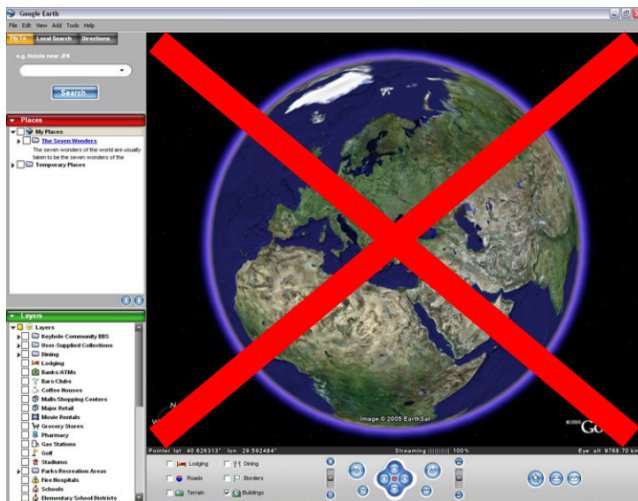
Zoomons ailleurs pour voir l'atmosphère



Mais c'est encore tout petit !



Ne pas avoir la représentation d'une biosphère gigantesque : elle est mince et fragile.

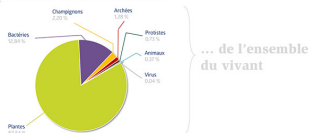


La biomasse : essentiellement à la surface du sol

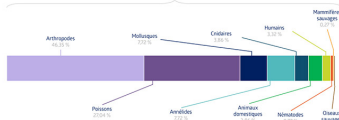
BIOMASSE



Répartition de la biomasse...



...des animaux



Source : <https://www.fondationbiodiversite.fr/>



L'opinion sur l'impact de l'effet de serre

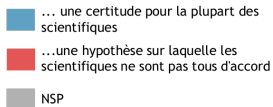
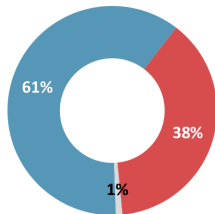
Q5. On parle de l'augmentation de l'effet de serre qui entraînerait un réchauffement de l'atmosphère de la Terre.

A votre avis, est-ce plutôt...



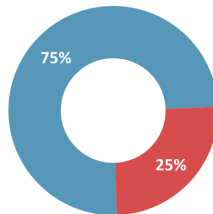
Ensemble des Français

1570 répondants



Élus

495 répondants

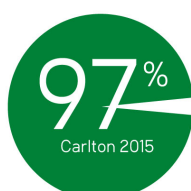


2013 Cook et al. Conclusion :

- 97,1% des 3896 articles,
- qui prennent position sur les causes du réchauffement climatique,
- appuient le consensus scientifique selon lequel
- ce réchauffement est attribuable à l'activité humaine.
- En outre ce consensus va en augmentant légèrement avec le temps.

Une monoculture totale !

Studies into scientific agreement on human-caused global warming



Cause possible à ce sondage : les incompetents sceptiques

06:07

«
Ça fait 4,5 Mds
d'années que le
climat change.
L'homme n'est pas le
seul responsable
»

NICOLAS SARKOZY
CANDIDAT À LA PRIMAIRE À DROITE



NEWS
24/7

Hillary Clinton, atteinte d'une pneumonie, est "en bonne santé et apte à servir comme présidence", selon son médecin traitant.

NEWS
24/7



Cause possible à ce sondage : les médias sceptiques

Newsletters

L'EXPRESS



S'abonner - 2 mois

ACTUALITÉS - LE CORONAVIRUS ÉCONOMIE - L'HEBDO - LIFESTYLE - SERVICES -

AVOIR • "Covid-19", le nouveau coronavirus Le professeur Didier Raoult Covid-19 : l'hydroxychloroquine L'intelligence artificielle L'espace version

Actualité | Sciences

ACTUALITE

Allègre: le droit au doute

Par L'EXPRESS.fr,
publié le 26/10/2006 à 17:02

Claude Allègre revendique le "droit au doute" sur une théorie "'officielle' estampillée par les médias et les politiques" après le tollé déclenché par ses propos sur les causes du réchauffement climatique

NEWSLETTER RÉVEIL EXPRESS

Chaque matin à 8 heures, recevez l'essentiel de l'actualité pour bien démarrer la journée

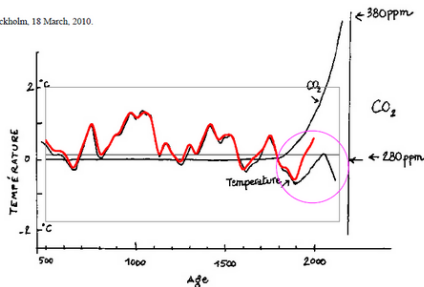
Votre adresse e-mail

Ok



Cause possible à ce sondage : les fraudeurs sceptiques

Håkan Grudd, Stockholm, 18 March, 2010.



Graphique fourni par Mr Grudd pour Libération. La partie en noir est la reproduction du graphique falsifié publié dans son livre par Claude Allègre, la courbe rouge est la véritable courbe publiée par Mr Grudd dans *Climate Dynamics*. On distingue clairement la falsification opérée par Claude Allègre pour la période après 1900 (la courbe du CO2 est carrément fantaisiste).

Source : <https://www.lemonde.fr/blog/huet/2018/03/05/que-puis-je-contre-lignorance/>

Le Monde



Consulter
le journal



ACTUALITÉS ▾

ÉCONOMIE ▾

VIDÉOS ▾

OPINIONS ▾

CULTURE ▾

M LE MAG

PLANÈTE • CLIMAT

L'Académie des sciences tourne la page du climatoscepticisme

L'institution pluricentenaire, longtemps divisée, **organise pour la première fois** un colloque ouvert au grand public sur le changement climatique.

Par Audrey Garric **Publié le 29 janvier 2020 à 13h13**

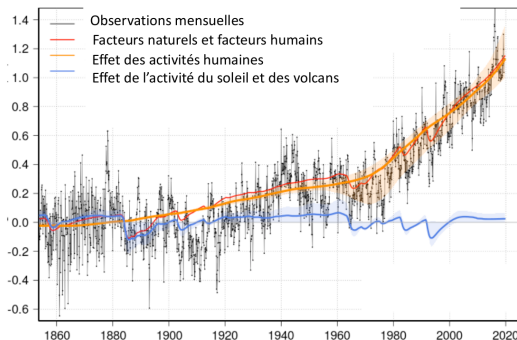
Sommaire

- 1 Préambule
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2**
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

Des causes naturelles et anthropiques

Réchauffement à la surface de la Terre

par rapport à 1850-1900 (°C)



Global warming index, U. Oxford, 2019



Suis-je un pessimiste décliniste en crise de désingéniosité ?

ÉCONOMIE GÉNÉRALE

26 AOÛT 2015



Le jour du dépassement sous-estime l'ingéniosité humaine

Le monde a-t-il épuisé ses ressources pour cette année ?

Par Chelsea German.



Chelsea Follett

humanprogress.org

Chelsea Follett est rédactrice en chef de HumanProgress.org, un projet du Cato Institute qui cherche à sensibiliser le public aux progrès économiques et sociaux dans le monde en fournissant gratuitement des données empiriques et statistiques. Diplômée de l'Université de Virginie, ses centres d'intérêt sont les relations internationales et la théorie politique. Elle publie régulièrement des articles dans la presse américaine : *Wall Street Journal*, *USA Today*, *Newsweek*, *Forbes* ou *Global Policy Journal*.

Articles de l'auteur

Le néo-malthusianisme revient avec le génocide des Ouïghours

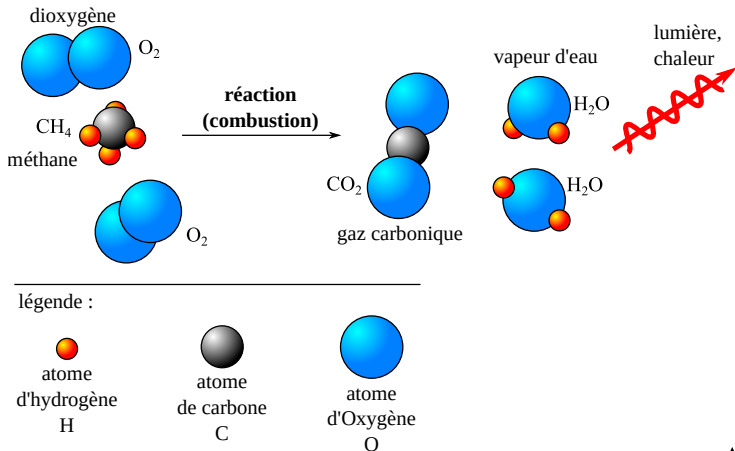
Comment le marché a libéré les femmes

Climat : cessons le catastrophisme, misons sur la technologie !

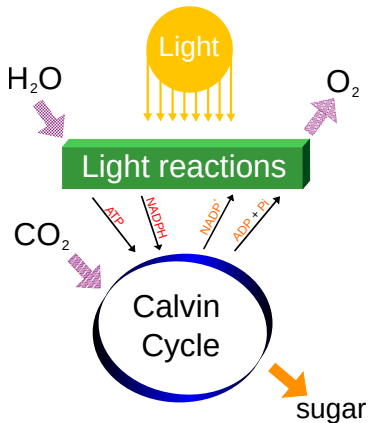
andre

Les scientifiques vont ils nous trouver des solutions ?

Peut on inverser la chimie de l'oxydation du carbone ?



La nature le fait depuis 2,5 milliard d'années



Qu'appelle t'on une « solution » ?

- Concurrence sur l'occupation des sols.
- Géo-ingénierie.
- Séquestration du carbone.
- Baisse possible et garantie¹ des émissions par :
 - efficacité,
 - sobriété,
 - pauvreté.

1. Elle arrivera quoi qu'il arrive lorsqu'il n'y aura plus de fossile ni de forêt à brûler.

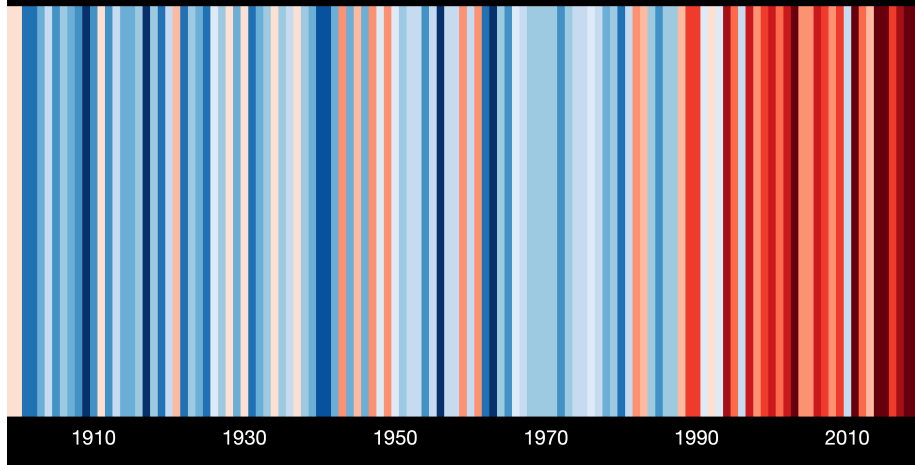
Source: *From a study visit to a Dutch*

Sommaire

- 1 Préambule
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique**
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

Vous êtes sûr que je chauffe, là ?

Temperature change in France since 1899

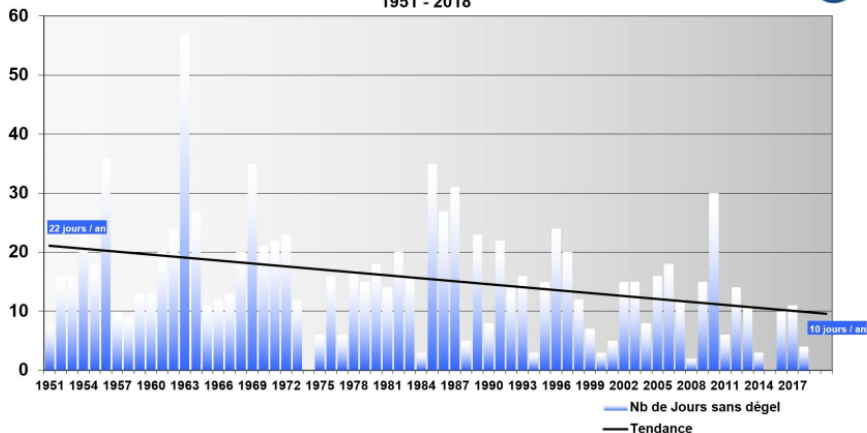


Source : <https://showyourstripes.info/>

Vous êtes sûr que je chauffe, là ? (bis)

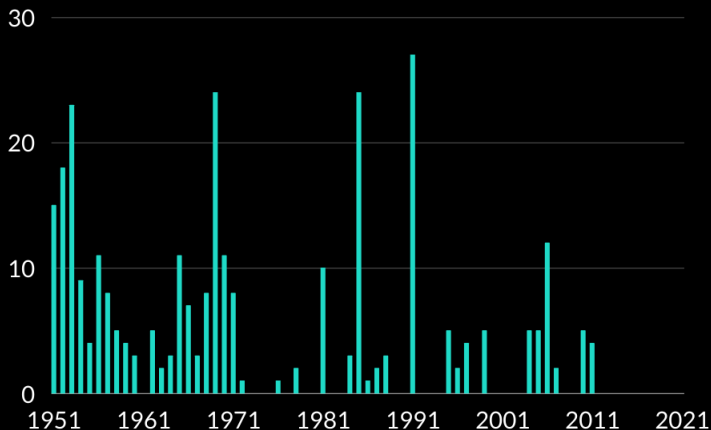
Evolution du nombre de jours sans dégel

Strasbourg - Entzheim
Nombre de jours sans dégel
1951 - 2018



Vous êtes sûr que je chauffe, là ? (bis)

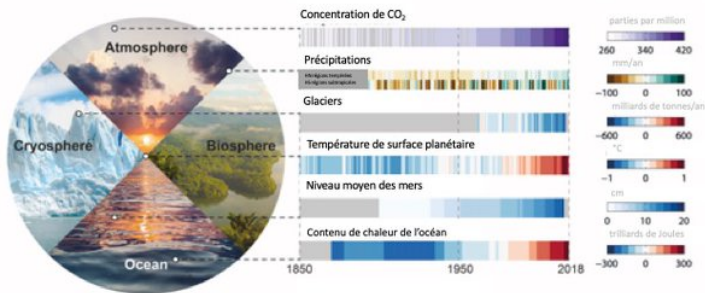
Nombre de jours par hiver depuis 1950/1951 jusqu'à 2020/2021 avec au moins 10 cm de neige au sol à Besançon



*mesures au capteur neige depuis le 24/11/2020, mesures humaines avant...

Vous êtes sûr que je chauffe, là ? (bis)

Des changements rapides, généralisés, et qui s'intensifient



3°C : un pull en moins ?



Les conséquences futures du changement climatique

Q8. Si le réchauffement / changement climatique continue, à votre avis, quelles seront les conséquences en France d'ici une cinquantaine d'années ?



Ensemble des Français

1570 répondants



Élus

495 répondants

Les conditions de vie deviendront extrêmement pénibles à cause des dérèglements climatiques

65%

42%

Il y aura des modifications de climat mais on s'y adaptera sans trop de mal

32%

52%

Le changement aura des effets positifs pour l'agriculture et les loisirs*

2%

5%

NSP 1%

1%

* Avant 2018, l'item était formulé : « Le réchauffement / changement climatique aura des effets positifs pour l'agriculture et les loisirs »

www.ademe.fr

Représentations sociales de l'effet de serre - Vague 20

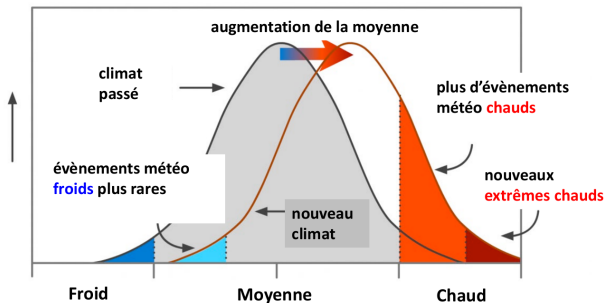
Octobre 2019

54

APIII
promouvoir et défendre
le logiciel libre

Bienvenue dans le 2^e acte de notre pacte faustien...

Probabilité d'avoir différentes températures chaque jour

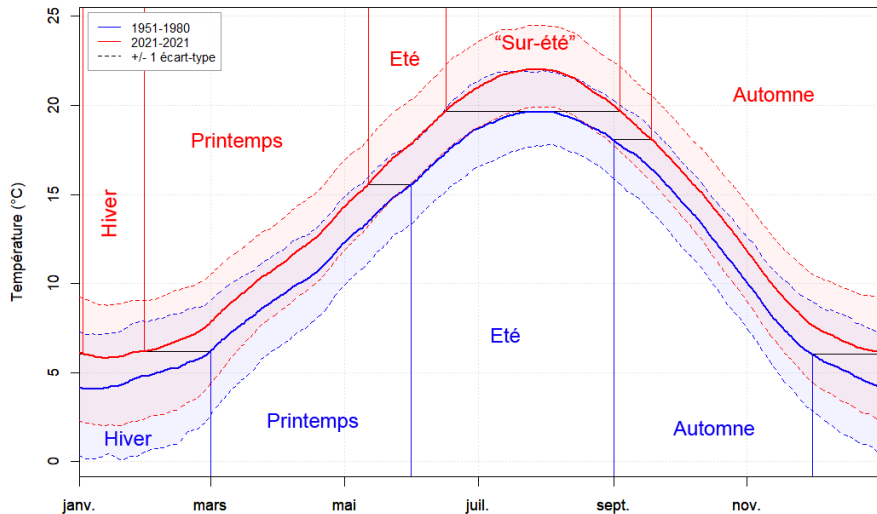


Source : [https://www.academie-sciences.fr/pdf/conf/climat2020/](https://www.academie-sciences.fr/pdf/conf/climat2020/Masson_Delmotte_Valerie.pdf)

Masson_Delmotte_Valerie.pdf

Bienvenue dans le 2^e acte de notre pacte faustien...

Évolution des Tm quotidiennes en France



Données : Infoclimat, Météo France, ECAD

- Mourrir
- Migrer
- Survivre ?

Au rythme actuel : « vont »

3,5 milliards de personnes pourraient vivre dans des conditions climatiques quasi invivables d'ici à 50 ans

Sans action climatique, près de 20 % de la surface terrestre sera confrontée à des températures comparables à celles du Sahara contre moins de 1 % aujourd'hui, selon une étude publiée ce mardi dans la revue « PNAS ». L'Inde et le Nigeria seront alors les plus touchés. En France, la Guyane ne serait pas épargnée.

La désinformation peut provoquer des lésions cérébrales

Les opportunités et contraintes liées au changement climatique



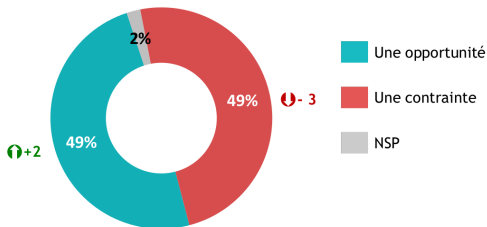
Q12. Considérez-vous ces changements comme une opportunité ou une contrainte ?

Question posée uniquement aux personnes qui considèrent qu'il existe des solutions pour lutter contre le changement climatique, soit 82% de l'échantillon des Français et 92% de l'échantillon des élus.



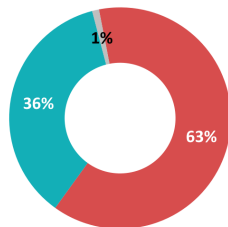
Ensemble des Français

1286 répondants

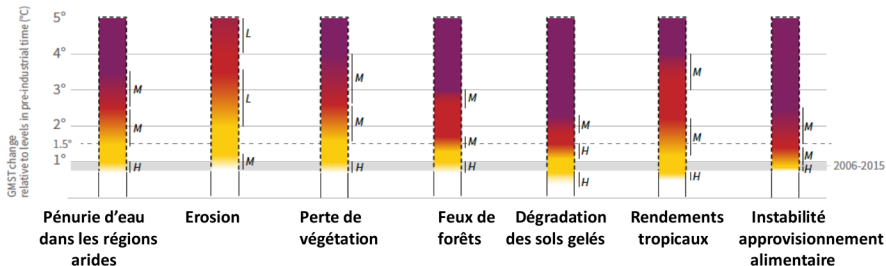


Élus

456 répondants



Des risques connus mais difficiles à préciser



Source : https://www.academie-sciences.fr/pdf/conf/climat2020/Masson_Delmotte_Valerie.pdf

Quelques exemples quand même

- En France, aujourd'hui, vagues de chaleur x3, nb de jours de chaleur x9
- $+1^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ air avec 7% d'humidité en plus \Rightarrow intensité des pluies extrêmes
- Les conditions propices aux incendies, chaudes et sèches
- Intensification aussi des sécheresses agricoles
- Stress thermique et hydrique \Rightarrow rendements agricoles et forêts
- etc.
- Les conséquences matérielles et financières sont importantes en France, tant pour les infrastructures que pour les écosystèmes, la production agricole, la santé humaine.
- Chaque incrément de réchauffement supplémentaire va entraîner une intensification de multiples changements dans chaque région.

Source : <https://nitter.fdn.fr/valmasdel/status/1565349514528956417>



Sommaire

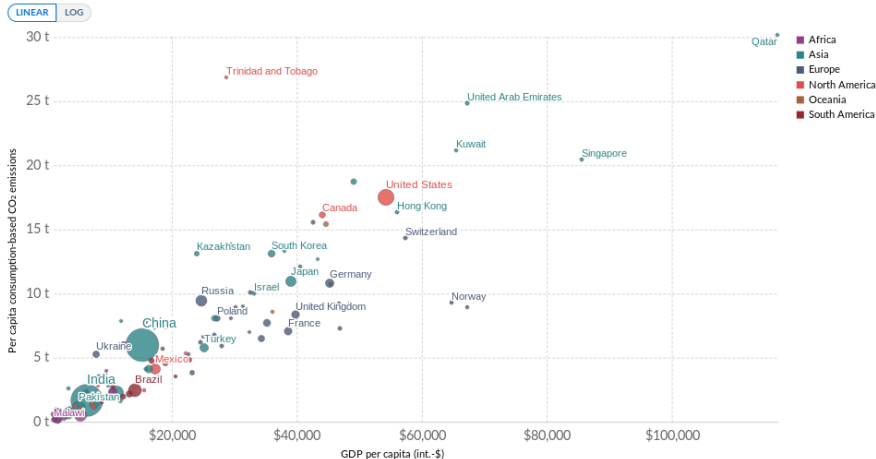
- 1 Préambule
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires**
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

Dis combien tu consommes, je dirais combien tu pollues

Consumption-based CO₂ emissions per capita vs GDP per capita, 2017

Annual consumption-based emissions are domestic emissions adjusted for trade. If a country imports goods the CO₂ emissions needed to produce such goods are added to its domestic emissions; if it exports goods then this is subtracted.

GDP per capita is adjusted for price differences between countries (PPP) and over time (inflation).



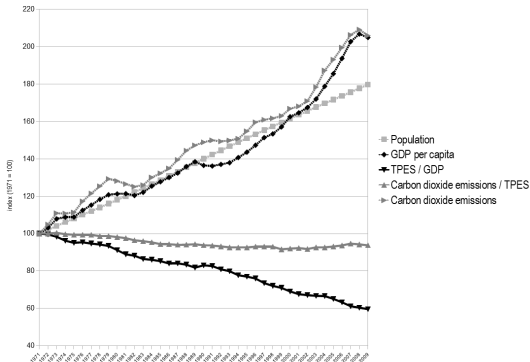
Source: OWID based on Global Carbon Project & UN Population

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Enfonçons le clown avec l'équation de Kaya

$$GES = \frac{GES}{NRJ} \cdot \frac{NRJ}{PIB} \cdot \frac{PIB}{POP} \cdot POP$$

Changes in components of the Kaya identity between 1971-2009



30 années à venir :

- $\times 0,33$ GES à ma gauche ;
- $\times 1,33$ à ma droite :

$\times 0,95$ sur le GES/NRJ ?

$\times 0,6$ sur le NRJ/PIB ?

$\times 1,8$ sur le PIB/POP ?

$\times 1,3$ sur le POP ?

Quel terme va céder ?

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Équation_de_Kaya

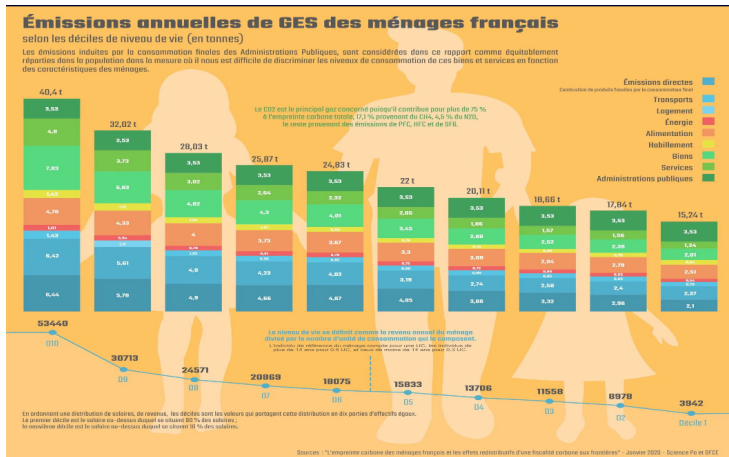
Suis-je décroissant ?

- Croissance infinie dans un monde fini ?
- La décroissance n'est probablement pas un choix.
- Le choix est plus probablement de savoir si :
 - on l'organise (chiche ?),
 - ou si on la subit (les mouchoirs ne seront pas fournis).

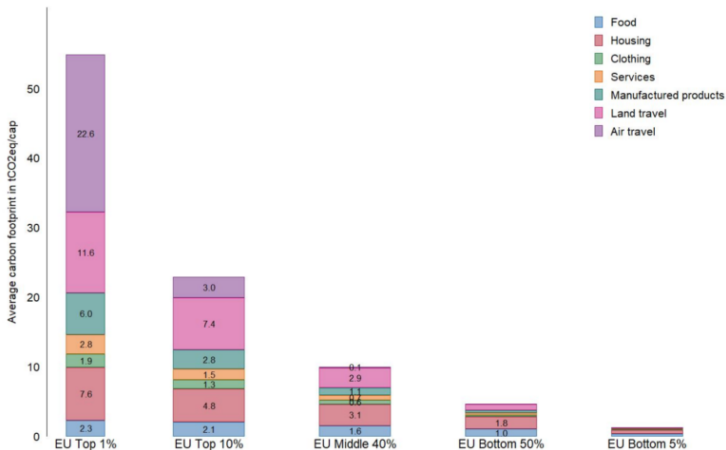
Poids énorme des inégalités :

- Plus on est riche plus on consomme et pollue².
- Donne envie d'ascension ; on imagine tous la réussite par :
 - avoir une grosse bagnole,
 - accès à la consommation de masse,
 - accès à la consommation de luxe,
 - voyages exotiques,
 - bref on veut souvent vivre dans un clip MTV.
- La publicité en joue largement (vous avez le droit de l'améliorer).
- Vrai à différentes échelles (corporations, régions, pays, etc.).

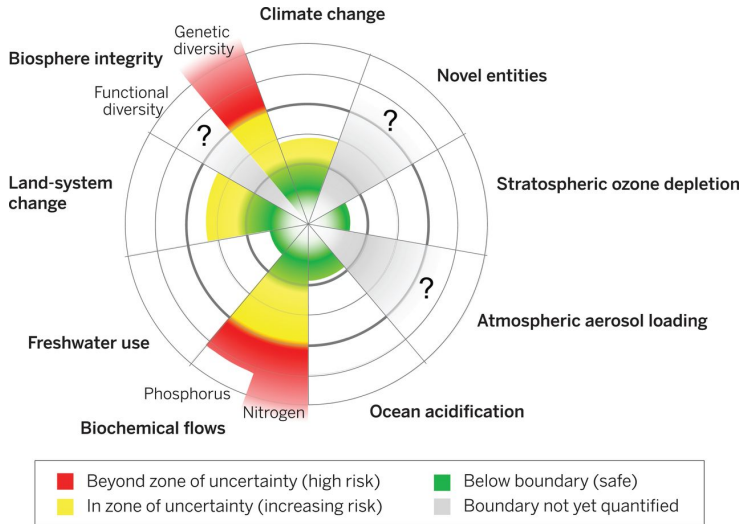
Revenus inégaux, émission inégales



Revenus inégaux, émission inégales

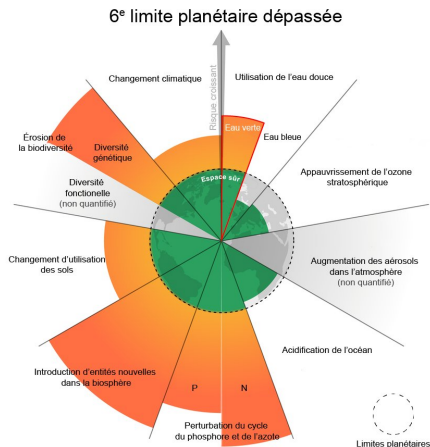


Limites planétaires



Source : <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259856>

Limites planétaires



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 : Stockholm Resilience Center

Traduction Sydney THOMAS pour @BonPote

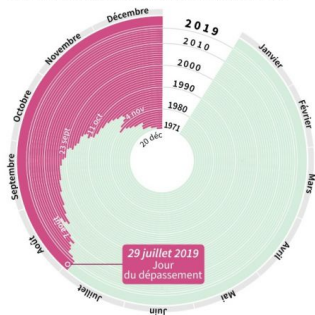


Source : <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.full>

Jour du dépassement

L'humanité vit à crédit dès le 29 juillet

Le «jour du dépassement» symbolise le moment de l'année où ont été consommées les ressources que la Terre peut renouveler en un an



Durée de consommation et d'émission de carbone de l'humanité :

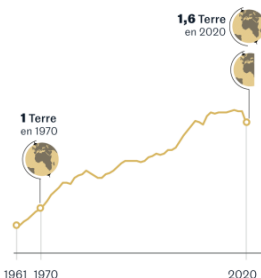
absorbée et régénérée par la Terre (vert) que la Terre ne peut plus régénérer (rose)

Source : Global Footprint Network

© AFP

Une Terre ne suffit plus à soutenir nos styles de vie

Surfaces de Terre nécessaires aux besoins des populations



En 2016, le style de vie qatari, le plus gourmand en ressources

De combien de Terre aurions-nous besoin si la population mondiale vivait comme un...

Top 3 des plus consommateurs

Qatari	8,9
Luxembourgeois	7,9
Emirati	5,5
Autres nationalités	
Américain	5
Australien	4,1
Allemand	3
Japonais	2,8
Français	2,7
Britannique	2,7
Chinois	2,2
Indien	0,7

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

Le Monde

Consulter
le journal

ACTUALITÉS ▾

ÉCONOMIE ▾

VIDÉOS ▾

OPINIONS ▾

CULTURE ▾

M LE MAG ▾

PLANÈTE

Le « jour du dépassement » a lieu cette année trois semaines plus tôt qu'en 2020

Les confinements et le ralentissement économique dus au Covid-19 avaient fait reculer de trois semaines, en 2020, la date qui marque le jour où l'humanité a consommé toutes les ressources que la Terre peut générer en un an.

Le Monde ·

Publié le 29 juillet 2021 à 13h45 - Mis à jour le 02 août 2021 à 16h28 · 🕒 Lecture 3 min.

- Imaginons de trouver la corne d'abondance.
- Ce serait un peu le miracle de l'« énergie propre³ ».
- Elle pourrait aussi bien servir à causer notre perte :
 - par anéantissement de la biodiversité,
 - vidage des océans,
 - destruction des écosystèmes terrestres,
 - uniformisation et fragilisation agronomique,
 - transport des pathogènes,
 - etc.

3. Oxymore : l'énergie est par définition une mesure de la transformation d'un système. La propreté est sa conservation dans l'état où on l'a trouvé en arrivant.

Sommaire

- 1 Préambule
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions**
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

Ne pas désespérer tout de suite

- C'est en partie perdu d'avance⁴ mais chaque dixième de degré compte et nous n'avons plus le temps d'attendre.
- Les entraides et symbioses : l'autre loi de la jungle.
- Le logiciel privateur c'est :
 - division,
 - impuissance.
- La contraposée serait :
 - coopération,
 - partage,
 - émancipation,

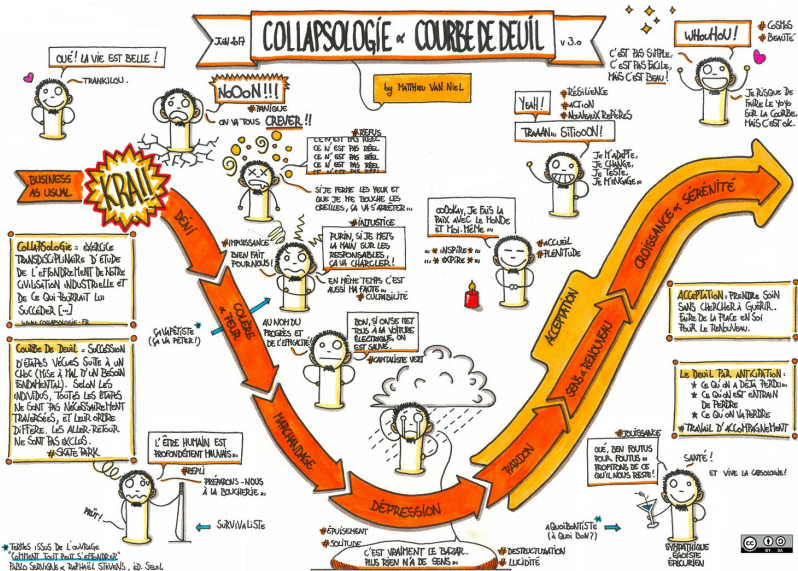
4. Même en cessant toute activité dès aujourd'hui, l'évolution du climat pour les 15 prochaines années restera sur la lancée qu'on lui a imprimé hier.

Ne pas demeurer seul

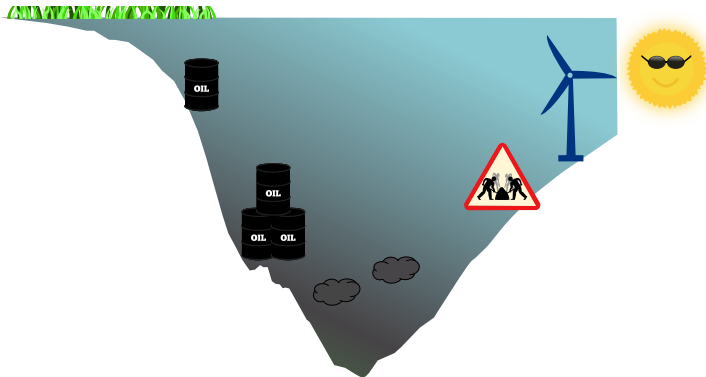
Les initiatives pour le climat sont foisonnantes et nombreuses dans la société :

- Marches pour le climat,
- Agir pour le climat,
- Collectifs climat,
- Camps climat,
- Shift Project,
- etc.

Aussi en région : CERDD, Energethic, Solis, ...

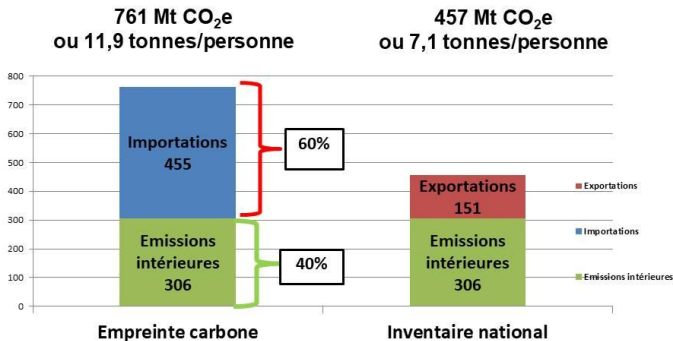


Et ce fond gluant, il est loin papa ?



On peut aussi entretenir une vision positive du bouleversement à venir : l'humanité s'est égarée dans les fossiles, plus séduisants et plus faciles, mais malgré les difficultés et le travail, elle va s'en sortir.

Comparaison de Empreinte / Bilan (France année 2015)

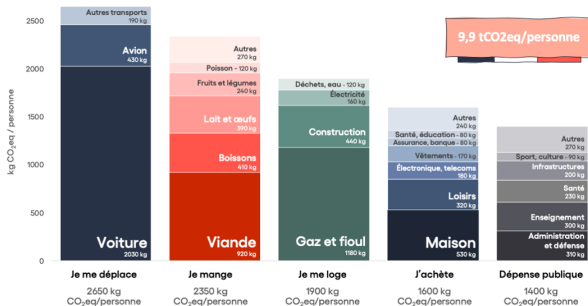


Sources : Eurostat, Citepa ; Insee ; IEA ;
traitement : ravijen.fr

Mesurer pour comprendre



Empreinte carbone moyenne en France en 2019



Gaz inclus : CO₂ (hors UTCATF France), CH₄, N₂O, HFC, SF₆, PFC, H₂O (trainées de condensation).

Source : MyCO₂ par Carbone 4 d'après le ministère de la Transition écologique, le Haut Conseil pour le Climat et CITEPA.

- Manifeste pour décarboner l'Europe.
- 9 propositions.
- Pour un facteur 4 par rapport à 1990 (division des émissions de GES).
- Outil de mobilisation pendant la présidentielle et législatives de 2017.

Fermer toutes les centrales à charbon

CLIMAT 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

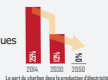
THE SHIFT
PROJECT
THE CLIMATE TRANSITION THINK TANK

1/Électricité décarbonée

Notre proposition

Fermer toutes les centrales à charbon

Substitution par les énergies renouvelables et/ou le nucléaire, en fonction d'une réévaluation des coûts économiques et écologiques (gestion de l'intermittence, sécurité, etc.) de chaque filière.



L'enjeu pour le climat

La fermeture des centrales à charbon devrait permettre de réduire les émissions annuelles de l'Union européenne d'environ **800 millions de tonnes de CO₂eq** en 2050, soit **près de 24% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »**.

Les autres raisons de s'y mettre

Création d'emplois

Le développement des filières énergétiques alternatives au charbon créera de nombreux emplois. La qualité de l'accompagnement de la disparition des emplois du secteur charbonnier sera décisive, en Allemagne et en Pologne en particulier. Le bilan global devrait être positif.

Activité économique

Les filières alternatives au charbon seront largement bénéficiaires. Cette priorité donnée aux filières énergétiques d'avenir offrira à l'Europe l'opportunité de s'imposer comme modèle de la révolution industrielle post-carbone.

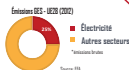
Environnement, santé & bien-être

Cette mesure permettra ainsi de réduire la pollution, d'améliorer la qualité de l'air afin d'éviter la mort prématurée de plus de 400 000 citoyens européens chaque année.

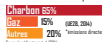
1/ Électricité décarbonée

Pourquoi ?

La production d'électricité est responsable de 25% des émissions de gaz à effet de serre de l'Union européenne.



Émissions de CO₂ dues à la production d'électricité



Parmi toutes les sources d'énergie dans la production d'électricité, c'est le charbon qui contribue le plus aux émissions de CO₂ (jusqu'à 65%).

Comment ?

- **Faire tendre vers zéro les crédits du marché européen des quotas d'émissions** (EU ETS) alloués à la production d'électricité en 2050
- Instaurer, via la réglementation européenne, un **plafond de facteur d'émission** (gCO₂/kWh) pour les installations de production d'électricité, si la mesure précédente ne peut être adoptée
- Mettre en place un système de **subvention pour le remplacement des centrales les plus émettrices**, fondé sur le critère du coût d'investissement à la tonne de CO₂ évitée
- Continuer à soutenir la **R&D pour les moyens de production bas-carbone**, ainsi que l'adaptation du réseau de transport et de distribution électrique
- Assurer un financement 100% public de la **R&D concernant la capture et le stockage du carbone (CCS)**, en visant une industrialisation de cette technologie à horizon 2030

Combien ça coûte ?

Le coût total d'investissement pour réaliser ces scénarios devrait être compris entre **400 et 1300 Mds € environ**, en cumulé sur 2015-2050.

- **Scénario A (1300 Mds €)** → l'ensemble des centrales à charbon de l'Union européenne est remplacé par des énergies renouvelables.
- **Scénario B (800 Mds €)** → les pays qui y sont favorables remplacent leurs centrales à charbon par des centrales nucléaires, les autres déploient une solution 100% renouvelables.
- **Scénario C (700 Mds €)** → les pays qui y sont favorables remplacent les centrales à charbon par des centrales nucléaires, les autres par un mix de renouvelables et de gaz naturel.
- **Scénario D (400 Mds €)** → l'ensemble des centrales à charbon de l'Union européenne est remplacé par des centrales nucléaires.



Les scénarios A, B et C n'intègrent pas le coût de la gestion de l'intermittence de l'éolien et du solaire, ni celui de leur adaptation au réseau. Difficiles à estimer, ces coûts sont importants, et pourraient accroître très significativement les montants d'investissement totaux de ces scénarios.



Qui paye ?

Le surcoût induit par le remplacement des centrales à charbon par des moyens bas-carbone se répartira entre les industriels du secteur, les pouvoirs publics (système de subvention) et les consommateurs d'électricité (répercussion du prix du carbone sur le prix de l'électricité).

April
promouvoir et défendre
le droit à l'énergie libre

Généraliser la voiture à moins de 2l/100km

CLIMAT ► 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

THE SHIFT
PROJECT
THE GREEN TRANSITION NAME DATE

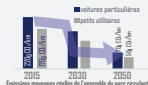
2/Véhicules économes



Notre proposition

Généraliser la voiture à moins de 2L/100km

Politique réglementaire favorisant systématiquement les véhicules les plus économes, et bannissant les plus émetteurs de gaz à effet de serre.



L'enjeu pour le climat

La généralisation des véhicules économes devrait permettre de réduire les émissions annuelles de gaz à effet de serre du secteur des transports d'environ **400 millions de tonnes de CO₂eq** en 2050, soit **près de 14% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »**.



Les autres raisons de s'y mettre



Création d'emplois

D'importants bénéfices indirects sur l'emploi sont à attendre, induits par la baisse des importations de pétrole et l'amélioration de la balance commerciale. Ces bénéfices devraient être **largement supérieurs** aux destructions d'emplois induites par la baisse de consommation de carburants dans les secteurs du raffinage et de la distribution de carburants.



Activité économique

Contrainte sur l'industrie automobile, du fait des réglementations nouvelles. Mais la mesure sera bien accueillie par les acteurs qui ont déjà commencé à investir dans le développement de véhicules à faible consommation de carburant.



Environnement, santé & bien-être

Importante amélioration de la qualité de l'air, limitation de la pollution sonore. Impact positif possible pour la sécurité routière.

2/ Véhicules économes



Pourquoi ?

Le transport routier est responsable de 94% des émissions de gaz à effet de serre des transports.

Émissions de GES de Transport - EU-28 (2012)



Émissions de CO₂ dans le transport routier - EU-28 (2012)



Les véhicules particuliers et les petits utilitaires représentent respectivement **58%** et **8%** des émissions totales des transports.



Comment ?

- Imposer des **plafonds d'émissions** pour les véhicules neufs via la législation européenne à partir de 2030 : **50 gCO₂/km** pour les voitures et **70 gCO₂/km** pour les camionnettes
- Systèmes pérennes de **subventions** pour faciliter l'achat de véhicules neufs (**prime à la casse, bonus-malus, vignette**)
- **Augmentation du taux d'imposition sur les carburants**, afin d'éviter l'effet rebond induit par la baisse de consommation des véhicules
- Soutenir la R&D pour améliorer la **performance énergétique des moteurs** et l'**allègement des véhicules**



Combien ça coûte ?

Le sur-investissement total serait compris entre **0 et 2 000 Mds €, en cumulé sur 2015-2050** (avec un maximum de flux annuel de surinvestissement de l'ordre de **70 Mds € par an**).



Qui paye ?

- Les efforts de R&D nécessaires au développement et à l'industrialisation de véhicules « 2L/100km » sont supportés par l'industrie automobile (avec l'aide possible de l'État).
- Le surcoût éventuel à l'achat des véhicules « 2L/100km » est supporté par les utilisateurs, sachant que tout ou partie de ce surcoût est compensé par les différentes mesures d'accompagnement.



Souvent l'examen du passé renseigne : Mathis 333 (40's)



4. LE PROBLEME DE L'AUTOMOBILE ECONOMIQUE : MOYENS D'Y REpondre !

4.1 MATHIS 333 – JEAN ANDREAU (1946).

Nous prendrons comme véhicule de départ de notre étude itérative l'un des rares véhicules qui soit issu d'une réflexion rationnelle et cohérente, et nous reproduisons ci-dessous des extraits de documents ayant présidé à la création de la Mathis 333 de Jean Andreau en 1946. Il est vrai que les conditions de crise de l'époque de création de ce véhicule étaient favorables à la réflexion.

Ce texte de plus de soixante ans reste un **modèle de cours de conception rationnelle**.



LA VOTURE MATHIS 333

Rétroviseur : Renault Vesta (80's)



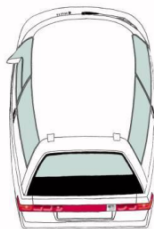
RENAULT VESTA II (PROTO PV9 - 1987)

Description

Dimensions	3,540 m x 1,540 m x 1,300 m (L x l x h)
Sièges	4
GMP	Transversal 3 cylindres, 6 soupapes, 716 cm ³ Rapport volumétrique 10,5:1.
Puissance	Puissance maxi 20 kW (27 ch) à 4 250 tr/min Couple maxi 5,7 mkg à 2 250 tr/min

Performances

Masse à vide [kg]	473 kg
Charge utile [kg]	≈ 400 kg
Cx _o [-]	0,186
Sf [m ²]	1,634 m ²
S _r .Cx _p [m ²]	0,304 m ²
Vitesse max	Vitesse maxi 138,2 km/h
Consommation	
Vitesse constante [km/h]	Consommation [L/100]
50	1,6
70	1,75
90	2,15
110	2,60
130	3,30
Maxi 138,2	3,70
En utilisation (1 personne à bord)	
Ville	4,25 litres/100 km
Route	2,81 litres/100 km
Autonomie	640 km (Capacité du réservoir 18 l)



Rétroviseur : Dahatsu UFE II (2000's)

DAIHATSU UFE II (2005)

Les performances annoncées sont les suivantes :

Description

Dimensions	3,395 m x 1,475 m x 1,32 m (L x l x h)
Sièges	4
GMP hybride	Moteur thermique tri cylindre 660 cm ³ + Moteurs électriques.
Puissance	? \approx 20 à 25 cv
Boite de vitesse	?
Equipements	?

Performances

Masse à vide [kg]	570 kg
Charge utile [kg]	\approx 400 kg
Cx _p [-]	0,19
Sf [m ²]	1,64 m ²
S.Cx _p [m ²]	0,3116 m ²
Vitesse max	? \approx 150 km/h
Consommation	1,66 litre aux 100 km à 90 km/h (60km/litre).
Autonomie	?



Rétroviseur : Loremo (2000's)

Loremo
simple.clever.fun

LOREMO - LOW RESISTANCE MOBILE - (2005)

Lors du Salon de l'automobile 2006, à l'écart des véhicules 4x4 amphigouriques³¹ aux consommations léviathanesques³² se trouvait une petite auto bien discrète et pourtant remarquable : La LOREMO Ls.
Les performances annoncées sont les suivantes :

Description

Dimensions	3,84 m x 1,36 m x 1,10 m (L x l x h)
Sièges	2 + 2 dos à dos
GMP	Bi cylindres turbo diesel
Puissance	15 kW / 20 Cv
Boîte de vitesse	5 vitesses
Equipements	Airbags ; filtre à particules ; radio ; ordinateur de bord ; air conditionné ; lecteur MP3 ; GPS
Prix	11000 €

Performances

Masse à vide	520 kg
Charge utile	400 kg
C _x	0,218
S _f	1,1 m ²
S _f .C _x	0,24 m ²
Vitesse max	160 km/h
Consommation	1,5 litre / 100 km
Autonomie	1300 km (réservoir 20 litres)



Réussir la révolution du transport en ville

CLIMAT ► 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

3/Mobilité urbaine intelligente

THE SHIFT
PROJECT
THE URBAN TRANSITION FROM 2016



Notre proposition

Accomplir la révolution du transport en ville

Poursuite du développement des transports collectifs en site propre, en synergie avec le vélo, encouragement du covoiturage, développement des réseaux de bus express dans le périurbain, limitation de l'étalement des villes.

Le but : diviser par deux le recours aux véhicules particuliers en ville et autour des villes.



L'enjeu pour le climat

La modernisation des systèmes de transport urbain devrait permettre de **diviser par deux** les émissions annuelles de gaz à effet de serre de ce secteur, c'est-à-dire une diminution d'environ **170 millions de tonnes de CO₂eq en 2050, soit près de 6% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »**.



Les autres raisons de s'y mettre



Création d'emplois

Bien qu'il puisse y avoir des pertes d'emplois potentielles, liées à l'industrie automobile, des emplois supplémentaires dans le secteur des transports peuvent être générés dans les infrastructures de transport durable, y compris la construction, l'entretien et le fonctionnement des systèmes de transport public et les services liés au vélo.



Activité économique

Les services d'auto-partage en boucle et les opérateurs de transports collectifs seront avantagés. Une nette diminution de la mobilité urbaine se traduira par une baisse inévitable du volume des ventes de l'industrie automobile.



Environnement, santé & bien-être

Amélioration rapide et très significative de la santé et la qualité de vie des citadins et périurbains.

3/ Mobilité urbaine intelligente



Pourquoi ?

Les transports urbains jouent un rôle majeur dans les émissions totales du transport : au sein de l'Union européenne, environ 40% des gaz à effet de serre du transport routier proviennent de la mobilité urbaine.

La congestion des réseaux routiers urbains a également un coût économique majeur : près de **100 milliards d'euros annuels, soit 1% du PIB** de l'Union européenne.



Comment ?

- **Augmenter l'offre en transports alternatifs** à la voiture particulière, notamment pour les déplacements domicile-travail, afin de créer un potentiel de substitution économiquement compétitif avec la voiture individuelle :

- développer le réseau de Bus à Haut Niveau de Service, et de façon générale les transports publics en site propre répondant aux besoins des voyageurs
- encourager l'auto-partage « en boucle »
- covoiturage pour les trajets courts et la mobilité domicile-travail
- développer un « système vélo » (infrastructures, services et véhicules)

- **Des mesures de réaffectation et de redistribution de l'usage de la voiture** doivent impérativement accompagner la nouvelle offre alternative qui, seule, ne motive jamais un report modal significatif :

- réaffecter l'espace alloué à la voiture particulière selon des critères de qualité de vie et d'efficacité
- réaffecter les espaces de stationnement

- **Lutter contre l'étalement urbain, et favoriser la densification des villes**



Combien ça coûte ?

Le coût estimé des mesures proposées est de **750 à 1050 Mds €**.



Qui paye ?

- L'investissement total sera partagé entre différents fonds européens, l'Industrie Automobile Privée (constructeurs automobiles, grands groupes industriels, acteurs du financement) et les voyageurs.

- Les nouveaux revenus générés par l'augmentation des prix de la route et/ou du stationnement pourraient être investis dans de meilleurs services de transport en commun.



Tripler le réseau des trains à grande vitesse

CLIMAT ► 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

THE SHIFT
PROJECT
THE CLIMATE TRANSITION TRAIN TOOL

4/Redonner l'avantage au train

Notre proposition

Relier les grandes métropoles par des trains rapides

Priorité au train pour le transport de passagers à moyenne distance, grâce en particulier à l'amélioration des réseaux existants et à l'extension des lignes à très grande vitesse.



L'enjeu pour le climat

Le développement proposé du transport ferroviaire devrait permettre de diminuer les émissions annuelles de gaz à effet de serre d'environ **250 millions de tonnes de CO₂eq** en 2050, soit **près de 9% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »**.

Les autres raisons de s'y mettre

Création d'emplois

L'augmentation des capacités des réseaux de chemins de fer devrait aboutir à des créations nettes d'emplois, grâce en particulier à la construction des infrastructures nécessaires, puis à l'exploitation des lignes nouvelles ou renforcées.

Activité économique

L'accroissement du volume de passagers voyageant en train aura un impact positif sur les opérateurs de réseaux ferroviaires et les constructeurs. Impact négatif sur le secteur aérien.

Environnement, santé & bien-être

Le train rapide est le moyen de transport disposant des plus faibles coûts externes (accidents, pollution atmosphérique, changement climatique, bruit, etc.) et n'est pas dépendant du kérosène.

Le train offre aux passagers plus de temps « utile » que l'avion dans les trajets moyenne distance.

4/ Redonner l'avantage au train

Pourquoi ?

Le transport ferroviaire est un facteur clé dans la lutte pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, puisqu'il représente **moins de 1% des émissions**, alors qu'il représente **de 7% du volume de transport de passagers**.

Il existe un fort potentiel pour accroître la part du transport ferroviaire, en développant les lignes de trains à grande vitesse pour concurrencer l'avion, en remettant à niveau le réseau conventionnel et les systèmes d'interconnexion.



Comment ?

- Développer les **liaisons par train grande vitesse** entre les principales villes d'Europe, et rendre homogènes les caractéristiques techniques des réseaux ferroviaires européens
- **Améliorer le réseau conventionnel actuel**
- Constituer une flotte de **trains rapides économes** en énergie, et accroître l'**électrification**
- **Abandonner l'extension et la création de nouveaux aéroports**
- Mettre en place un « **Audit de la mobilité aérienne interne** » au sein des entreprises, permettant à celles-ci d'évaluer l'intensité carbone et le coût des déplacements aériens
- Supprimer l'exemption de taxe sur le kérosène

Combien ça coûte ?

Le surinvestissement total pour la réalisation de 30 000 km de voies ferrées à grande vitesse et pour l'amélioration des voies ferrées existantes représente **1000 à 1700 Mds €**, cumulés sur la période **2020-2050**.

Qui paye ?

- L'investissement total sera partagé entre l'industrie ferroviaire, les fonds européens et les voyageurs.
- La redirection des subventions destinées au secteur de l'aviation vers le secteur ferroviaire contribuera à financer une partie des investissements.

April
promouvoir et défendre
le logiciel libre

Inventer l'industrie lourde post-carbone

CLIMAT 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

5/La nouvelle révolution industrielle

THE SHIFT
PROJECT
THE CARBON TRANSITION NOW TEAM

Notre proposition

Inventer l'industrie lourde post-carbone

Priorité à l'économie circulaire et à l'écoconception, renforcement du marché européen des quotas d'émissions, soutien à la recherche, notamment sur la capture-séquestration du CO₂, afin de diviser par deux les émissions du secteur.



L'enjeu pour le climat

La décarbonation de l'industrie devrait permettre une diminution des émissions de gaz à effet de serre d'environ **200 millions de tonnes de CO₂eq** en 2050, soit **près de 7% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »**.

Les autres raisons de s'y mettre

Création d'emplois

Les impacts sur l'emploi devraient être faibles dans ces secteurs relativement peu intensifs en main-d'œuvre. Création d'emplois à forte valeur ajoutée pour l'amélioration des procédés.

Activité économique

L'introduction de nouvelles contraintes réglementaires et la baisse potentielle de la production risquent dans un premier temps de créer des difficultés pour les secteurs concernés.

Mais l'impact devrait être positif, du fait d'un accroissement de la valeur ajoutée (produire moins, mais de meilleure qualité, qui bénéficiera à la compétitivité, et grâce à la baisse des coûts en énergies fossiles.

De nouveaux marchés pour les technologies de pointe s'ouvriront.

Environnement, santé & bien-être

Cette transition permettra de diminuer la pression exercée sur l'environnement en réduisant et rationalisant l'utilisation de matières premières, et en limitant les rejets de déchets ainsi que les risques de pollutions lourdes associés.

5/ La nouvelle révolution industrielle



Pourquoi ?

L'industrie représente près de **20% des émissions de GES** dans l'UE.

Émissions de GES de l'industrie (80-20, 2020)



Trois secteurs : **la sidérurgie, la chimie et le ciment** génèrent la grande majorité des émissions de gaz à effet de serre industrielles de l'Union européenne



Comment ?

Actions directes :

- Pour la production de chaleur, remplacer les combustibles fossiles par des combustibles alternatifs (déchets ou matériaux issus de la biomasse) ou des procédés moins émetteurs de gaz à effet de serre
- Améliorer l'intensité carbone des procédés de production
- Favoriser le développement d'une économie plus « circulaire » incluant davantage de recyclage, d'efficacité-matière et privilégiant des durées de vies plus longues

Soutien réglementaire et législatif :

- Favoriser le financement les « investissements verts »
- Créer un cadre réglementaire plus favorable à l'émergence d'une économie plus circulaire
- Renforcer le signal-prix du CO₂ sur le marché européen des quotas d'émissions

Recherche & Développement :

- Engager la puissance publique dans le financement de la recherche et développement, notamment sur les technologies bas-carbone ainsi que la capture-séquestration du CO₂

Combien ça coûte ?

La Commission européenne, pour un programme proche de ce que nous proposons (actions directes et R&D), évalue l'investissement nécessaire à **10 Mds € annuels**, soit un investissement cumulé de l'ordre de **300 Mds € d'ici 2050**.

Qui paye ?

Les financements des technologies de pointe peuvent être mobilisés par des partenariats public-privé et à travers plusieurs fonds européens, notamment le programme **NER** (Next European Resilience) (cette réserve de 300 puis, à partir de 2020, de 400 millions de quotas d'émissions de CO₂ vise à financer des projets de démonstration d'énergies à faible émissions de gaz à effet de serre).



Rénover les logements anciens

CLIMAT ► 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

THE SHIFT
PROJECT
THE CLIMATE TRANSITION THINK TANK

6/ Un habitat sobre en énergie



Notre proposition

Rénover les logements anciens

Vers la sobriété énergétique et une isolation optimale pour la quasi-totalité de l'habitat construit avant 1990, et décarbonation du chauffage (pompes à chaleur, bois, solaire thermique), afin de diviser par quatre les émissions des chauffages résidentiels.



L'enjeu pour le climat

La rénovation systématique des logements devrait permettre une réduction des émissions de gaz à effet de serre annuelles des bâtiments résidentiels allant jusqu'à environ **500 millions de tonnes de CO₂eq** en 2050, soit **près de 17% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »**.



Les autres raisons de s'y mettre



Création d'emplois

La rénovation lourde d'un grand nombre de bâtiments aura un impact **très significatif** sur le chômage en Europe, grâce à la **création de nombreux nouveaux emplois** dans des secteurs intensifs en main d'œuvre (travaux, gestion de l'efficacité énergétique et activités connexes).



Activité économique

La rénovation de l'habitat va dynamiser l'ensemble du secteur du bâtiment, ainsi que ceux de la fabrication des matériaux de construction et des équipements énergétiques.



Environnement, santé & bien-être

La rénovation de l'habitat fera **baissier fortement les factures d'énergie et réduire la précarité énergétique**, elle **améliorera la qualité de l'air et le confort** à l'intérieur des logements, et **accroîtra la valeur des patrimoines**.

6/ Un habitat sobre en énergie



Pourquoi ?

Les bâtiments sont responsables de pas moins de **36% des émissions de CO₂** de l'Union européenne.

La consommation totale d'énergie finale dans les bâtiments UE - 28, 2012



Source : BPIE - « Energy Efficiency Trends and Policies in the Household and Tertiary Sectors »

Les ménages européens sont responsables de **67% de la consommation totale d'énergie** dans les bâtiments, dont **80% pour le chauffage et l'eau chaude**.



Comment ?

- Etablir une **feuille de route pour la rénovation**, afin d'avoir une vision de long terme stable
- Doter chaque pays d'**outils de statistique et d'étude**, pour mieux connaître le parc
- Rendre obligatoire un « **passaport efficacité énergétique** » pour chaque logement
- Mise en place de **mécanismes de financements spécifiques**
- Encourager le **développement de la filière rénovation**
- Accentuer l'effort de **pédagogie** et de **sensibilisation** envers les ménages



Combien ça coûte ?

Le coût total d'investissement devrait être d'environ **5 000 à 8 500 Mds €**.
Les économies d'énergie générées par les rénovations permettront de réduire les factures.



Qui paye ?

Les rénovations seront financées par les ménages, avec possibilité d'obtenir des aides au financement complémentaires par la collectivité, pour les projets dont la rentabilité écologique est avérée.



Grand chantier de rénovation des bâtiments publics

CLIMAT ► 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

THE SHIFT
PROJECT
THE CLIMATE TRANSITION THINK TANK

7/ Un immobilier public exemplaire

Notre proposition

Lancer le grand chantier de rénovation des bâtiments publics

Rénovation systématique des bâtiments publics non-résidentiels (écoles, hôpitaux, etc.) à un rythme de 3% du parc par an, grâce à la mise à disposition d'outils de financement de long terme et à taux d'intérêt bas. Le but : des bâtiments publics à consommation d'énergie quasi-nulle.



L'enjeu pour le climat

La rénovation proposée des bâtiments publics devrait permettre une réduction des émissions de gaz à effet de serre annuelles de l'Union européenne jusqu'à environ **100 millions de tonnes de CO₂eq** en 2050, soit **près de 4% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »**.

Les autres raisons de s'y mettre

Création d'emplois

De nombreuses créations d'emplois seront à attendre, dans la conception, la fabrication, l'installation et les services professionnels associés (gestion de projet, financement, etc.)

Activité économique

Nouveaux marchés très importants et peu risqués pour le bâtiment et la finance. La réduction des factures énergétiques bénéficiera à la balance commerciale.

Environnement, santé & bien-être

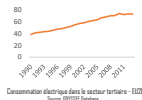
Economies d'énergie, bénéfice pour la santé et le confort des usagers, effet d'exemplarité pour l'effort global de rénovation des bâtiments.

7/ Un immobilier public exemplaire



Pourquoi ?

Depuis 1990, la consommation d'électricité du secteur tertiaire a augmenté d'environ **50%**.



Le secteur des bâtiments publics représente un fort potentiel en économie d'énergie pour les années à venir.

En raison d'un rythme de rénovation très lent, et parce que le secteur du bâtiment met du temps à adopter de nouvelles technologies, une action ambitieuse est nécessaire. Cette action peut être efficacement ciblée sur les bâtiments publics.

Comment ?

- **Mobiliser la garantie publique** pour accompagner massivement le crédit vers la transition énergétique en créant la Société de Financement de la Transition Énergétique
- **Aggréger un large consortium** (industriels, organisations financières, collectivités locales, associations et fondations) pour financer aux meilleures conditions - taux bas et longue durée - la rénovation énergétique des bâtiments publics, sans grever la dette publique
- **Imposer par la loi la rénovation approfondie** de tous les bâtiments publics

Combien ça coûte ?

Le coût total d'investissement est estimé entre **1 200 et 2 200 Mds €**.

Qui paye ?

En Europe, les bâtiments publics (écoles, bureaux, hôpitaux, etc.) sont une source largement inexploitée du potentiel de rénovation financièrement durable (entièrement financée par des économies d'énergie, par opposition aux subventions) d'au moins 180 Mds €.

Les mécanismes financiers proposés sont conçus pour maximiser l'effet de levier potentiel, en accordant la garantie de l'Union européenne à des entités privées : (i) aux banques en première lieu ; (ii) puis aux investisseurs institutionnels, suite à la titrisation des créances bancaires.



Développer la séquestration par les forêts européennes

CLIMAT 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

THE SHIFT
PROJECT
THE CARBON TRANSITION FROM 2018

8/Renforcer l'économie de la forêt

Notre proposition

Développer la séquestration de carbone par les forêts européennes

Soutien aux investissements dans les matériaux « bio-sourcés » locaux ainsi que dans la reforestation, limitation de l'artificialisation des terres.

L'enjeu pour le climat

Mobiliser 100 millions de m³ de produits bois supplémentaires dans la construction permettrait une réduction des émissions annuelles de l'Union européenne d'environ **100 millions de tonnes de CO₂eq en 2050, soit près de 4% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »***.

Les autres raisons de s'y mettre

Création d'emplois

L'augmentation de l'utilisation du bois dans le secteur du bâtiment permettra la création nette d'emplois dans l'ensemble de cette filière : exploitation forestière, transformation, construction.

Activité économique

Le développement de la filière bois créera de nombreuses opportunités nouvelles. Ce développement ne devrait pas concurrencer sérieusement les autres matériaux (ciment, acier, laine de verre, laine de roche, etc.), d'autant que de possibles synergies pourront apparaître.

Environnement, santé & bien-être

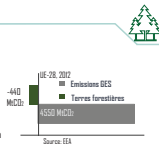
La mise en œuvre de ces mesures permettrait de valoriser des terres abandonnées ou dégradées, d'améliorer la gestion durable des ressources forestières et d'anticiper les conséquences du changement climatique sur les écosystèmes forestiers.

8/Renforcer l'économie de la forêt

Pourquoi ?

Les forêts européennes compensent presque **10% des émissions européennes de gaz à effet de serre**.

L'usage du bois dans la construction **prolonge la séquestration** du carbone forestier, et peut se substituer à des matériaux dont la fabrication émet des gaz à effet de serre.



Comment ?

- **Utiliser la commande publique** pour encourager l'usage du bois dans la construction
- Soutenir les investissements par le **recours à la garantie publique**
- Soutenir au niveau européen la mise en place et le financement de programmes nationaux ou régionaux de **reforestation** et de **gestion forestière dynamique**
- Encourager la production de **bois d'œuvre** face au bois destiné à l'industrie et au bois énergie
- **Hierarchiser les usages**, en privilégiant :
 - pour le bois matériau les produits à longue durée de vie
 - pour le bois énergie, la production locale de chaleur et non la production d'électricité à grande échelle
- **Limitier l'artificialisation des terres**
- Ne plus exporter les grumes pour leur sciage, mais **réimplanter les industries de première transformation en Europe**

Combien ça coûte ?

Les investissements nécessaires dans les filières de première et de deuxième transformations du bois sont estimés à un total d'environ **70 Mds €**.

Qui paye ?

Les coûts d'investissements seraient majoritairement supportés par les États, à travers la commande publique et des subventions aux ménages pour l'usage du bois dans la construction et la rénovation.

April
promouvoir et défendre
le logiciel libre

* Notre « budget carbone » : niveau d'émission de gaz à effet de serre en 2050 correspondant à une diminution des émissions de 2050 des pays membres de l'Union européenne.

Réussir le passage à l'agriculture durable

CLIMAT ► 9 PROPOSITIONS POUR QUE L'EUROPE CHANGE D'ÈRE

THE SHIFT
PROJECT
THE GREEN TRANSITION FROM TODAY

9/ Evolution de l'alimentation



Notre proposition

Réussir le passage à l'agriculture durable

Division par deux du gaspillage alimentaire.

Pour l'élevage, priorité à la qualité et non à la quantité, (via des politiques de label et d'origine protégée des animaux), à l'adaptation des modes de rémunération des éleveurs et à la reforestation.



L'enjeu pour le climat

La mise en œuvre de ces mesures permettrait de réduire les émissions annuelles de l'agriculture d'environ **135 millions de tonnes de CO₂eq** en 2050, **soit près de 5% de la totalité des réductions d'émissions nécessaires pour respecter notre « budget carbone »**.*
En prenant en compte le changement d'utilisation des terres, la réduction pourrait atteindre **jusqu'à 190 MtCO₂eq**.



Les autres raisons de s'y mettre

👤 Création d'emplois

Les emplois éventuellement perdus dans la transformation des produits d'élevage et dans la grande distribution pourront être plus que compensés par de nouvelles opportunités dans l'agriculture et les circuits courts de distribution.



Activité économique

De nombreux éleveurs pourraient tirer profit d'une évolution de la quantité vers la qualité, à condition que cette évolution soit fondée sur le volontariat et soutenue par des subventions maintenant les revenus le temps de la conversion. La baisse des productions animales risque d'être préjudiciable aux industriels de l'agroalimentaire, s'ils tardent à faire évoluer leurs politiques d'offre.



Environnement, santé & bien-être

La mise en œuvre de ces mesures permettrait d'utiliser **10 millions d'hectares à d'autres fins que l'alimentation des animaux** (production de végétaux pour l'alimentation humaine ou la production d'énergie). En outre, cela permettrait d'améliorer la santé, la qualité de l'eau et du sol et aiderait à créer un système agricole plus résilient face au changement climatique.

Une hausse du prix des produits de l'élevage pourrait être perçue comme une baisse du pouvoir d'achat. Mais beaucoup trouveront juste – en particulier les jeunes – que le coût environnemental de cette production soit payé par ceux qui la consomment, et non par la société tout entière.

9/ Evolution de l'alimentation



Pourquoi ?

L'**alimentation** est responsable de **30%** des émissions de l'Union européenne, **l'agriculture de 12%** des émissions.

Les émissions de GES de l'agriculture, UE-28 (2012)



75% des émissions brutes du secteur agricole sont générées par **l'élevage**.



En outre, environ **20%** de l'approvisionnement alimentaire des Européens est **gaspillé**.



Comment ?

- Créer un label « Haute Qualité Environnementale » pour l'élevage
- Une **rémunération des éleveurs et des coopératives** adoptant un tel label (via la Politique agricole commune) remplacerait avantageusement les modes de subvention actuels
- Harmoniser les méthodologies concernant l'évaluation des pertes et gaspillages, et améliorer la fiabilité de ces données
- Standardiser les dates de consommation indiquées sur les produits alimentaires, et rendre ces informations claires pour les consommateurs
- Mettre en place des campagnes de sensibilisation auprès du grand public sur le gaspillage et les déchets alimentaires



Combien ça coûte ?

Aucun nouvel investissement n'est nécessaire. La Politique agricole commune (la PAC, qui pèse environ 40% du budget de l'Union européenne) a un **budget déjà suffisant** pour soutenir la mesure. Mais il doit être redistribué en conséquence.

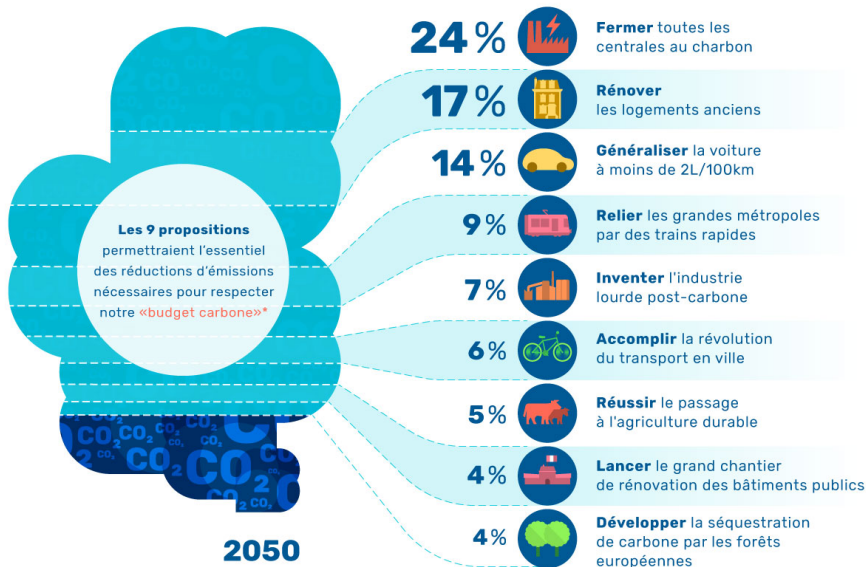


Qui paye ?

Les États membres, à travers la PAC. Les consommateurs, en acceptant un **prix plus élevé** (mais cette augmentation sera compensée par une consommation plus modeste et moins de déchets).

April
promouvoir et défendre
le label

Est-vraiment utile ?



Combien ça coûterait ?

Investissement annuel de ces mesures



Rénover les logements anciens

140 à 240 Mds€/an



Lancer le grand chantier de rénovation des bâtiments publics

35 à 60 Mds€/an



Relier les grandes métropoles par des trains rapides

30 à 50 Mds€/an



Généraliser la voiture à moins de 2L/100km

0 à 70 Mds€/an



Fermer toutes les centrales au charbon

10 à 40 Mds€/an



Accomplir la révolution du transport en ville

20 à 30 Mds€/an



Inventer l'industrie lourde post-carbone

10 Mds€/an



Développer la séquestration de carbone par les forêts européennes

2 Mds€/an



Réussir le passage à l'agriculture durable

0 €/an

Des investissements finançables à l'échelle européenne



Soit près de 1000€
d'investissements par habitant
chaque année

Sommaire

- 1 Préambule
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique**
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

- Dématérialisation : l'informatique va supprimer le papier.
- Économie de l'immatériel : faire du PIB sans flux physique et donc « propre ».
- Production et déchets immatériels, donc.
- Substitution aux déplacements.
- Faible consommation grâce à la marche du progrès.
- Contribution à l'échange d'idées pour une société plus juste.

- Sur un ordiphone :
 - 90% de l'énergie mobilisée à la fabrication,
 - contre 10% d'énergie utilisée sur la durée de vie,
 - tombe à 50% si on compte l'énergie mobilisée pour les services.
- Supérieure à 80% pour un laptop.
- 60% pour une télévision connectée.
- Ces chiffres sont pires si on regarde les GES engendrés (production très charbonnée, NRJ d'utilisation moins charbonnée).

CE SMARTPHONE
EST LE PLUS LÉGER
DU MARCHÉ !

AVEC OU SANS SON
EMPREINTE ÉCOLOGIQUE ?



- Consommation de terres rares et métaux précieux.
- Épuisement des ressources non renouvelables.
- 2% des extractions de ressource se retrouve dans le produit fini.
- Dispersion dans l'environnement de produits toxiques et/ou écotoxiques.

Une bonne partie des enjeux environnementaux du numérique :

- n'est donc pas liée à l'usage que l'on en fait,
- est liée en grande partie au volume de matériel produit,
- est liée à leur processus de production,
- et à leur durée de vie.

L'empreinte carbone du numérique :

- Représente déjà 4% des émissions mondiales de gaz à effet de serre.
- Soit autant que l'aviation mondiale (la France c'est $\approx 1.7\%$).
- Est répartie entre production et usage.
- Augmente de 9% par an.
- Jusque quand ?

Le problème spécifique de la vidéo

- 80% des flux de données sur les réseaux.
- Tout à fait matérialisés : usage intensif de :
 - stockage,
 - transport,
 - terminaux.
- Quel bénéfice net comparé à une TNT ?
- Là encore il va falloir se limiter.

- Taux d'utilisation très faible des machines.
- Et pourtant tout le monde a eu l'expérience des bloatwares.
- Création de déchets :
 - \approx 40 millions de tonnes au niveau mondial en 2014.
 - 50 millions de tonnes estimés en 2020.
 - Moins de 15% sont collectés et recyclés.
 - 90% des DEEE sont incinérés ou enfouis sans prétraitement.
 - On continue ?

- On accumule sans fin.
- Avec une inflation croissante.
- Souvent les systèmes ne sont pas simplement pas conçus pour oublier.

- On n'est pas éduqués à la critique de l'information.
- En plus on est en sur-exposition.
- Ergostressie (ça dépend, ça dépasse).

- Au lieu d'échanger et de comprendre l'autre.
- On l'ignore et on reste entre nous.
- C'est plus facile, plus confortable.
- On en arrive à oublier que d'autres existent.

La technologie au service de l'équité ?

- On a détruit des emplois peu qualifiés.
- Au motif entendu qu'on créait du meilleur emploi ailleurs.
- Les statistiques contredisent cela.
- Les gains de productivité :
 - s'accompagne de crise de l'emploi,
 - dégradation de la qualité et multiplication des petits jobs,
 - augmentation de la précarité,
 - augmentation des inégalités.

L'automatisation détruit-elle ou crée-t-elle des emplois ?

ETUDE. Le National Bureau of Economic Research a publié une nouvelle étude dans laquelle deux économistes ont étudié la différence entre la création et la destruction de tâches liées à l'automatisation.

Par **Remy Demichelis**

Publié le 6 juin 2019 à 08:20

Selon les économistes Daron Acemoglu et Pascual Restrepo, l'automatisation aurait eu des conséquences négatives sur l'emploi aux Etats-Unis durant la période 1987-2017. C'est en tout cas la principale conclusion de leur étude « *Automation and New Tasks : How Technology Displaces and Reinstates Labor* », publiée par le NBER (National Bureau of Economic Research), l'équivalent de l'Insee outre-Atlantique.

À LA UNE



La technologie au service de l'équité ?

CAC 40 5566.79 -0.08%

DOW JONES 29872.47 -0.58%

NASDAQ 12094.4 +0.48%

NIKKEI 225 26537.31 +0.91%

BRENT 47.7 -2.33%

Les Echos

En direct Le Journal Newsletters Podcas

À la une Idées Économie Politique Monde Tech-Médias Entreprises Bourse Finance - Marchés Régions Patrimoine Le Mag W-E

Médias High Tech Intelligence artificielle

La robotisation, un effet ambigu sur l'emploi

Si les effets de l'automatisation sur l'emploi sont discutés, les études disponibles montrent qu'elle favorise les inégalités.

[Lire plus tard](#)[Intelligence artificielle](#)[Partager](#)[Commenter](#)

Par **Francois Bourguignon** (chroniqueur | professeur à Paris School of Economics)

Publié le 18 oct. 2018 à 09:28 | Mis à jour le 26 oct. 2018 à 07:39

LES PLUS LUS



The screenshot shows the top section of the Le Monde website. At the top center is the 'Le Monde' logo in a large, black, serif font. To the left of the logo is a link that says 'Consulter le journal'. To the right is a link with a person icon that says 'Se connecter'. Below these is a horizontal navigation bar with several categories: 'ACTUALITÉS', 'ÉCONOMIE', 'VIDÉOS', 'OPINIONS', 'CULTURE', 'M LE MAG', and 'SERVICES'. Each category has a small downward arrow next to it. Below the navigation bar is a sub-header that reads 'ÉCONOMIE · EMPLOI'. The main headline of the article is 'La robotisation devrait faire disparaître 14 % des emplois d'ici à vingt ans, selon l'OCDE'. Below the headline is a sub-headline: 'La France est un peu plus exposée que la moyenne, avec 16,4 % de postes menacés et 32,8 % transformés par l'automatisation.' At the bottom of the article preview is the text 'Par Marie Charrel · Publié le 25 avril 2019 à 10h00 · Mis à jour le 26 avril 2019 à 15h02'.

Consulter le journal

Se connecter

ACTUALITÉS ▾ ÉCONOMIE ▾ VIDÉOS ▾ OPINIONS ▾ CULTURE ▾ M LE MAG ▾ SERVICES

ÉCONOMIE · EMPLOI

La robotisation devrait faire disparaître 14 % des emplois d'ici à vingt ans, selon l'OCDE

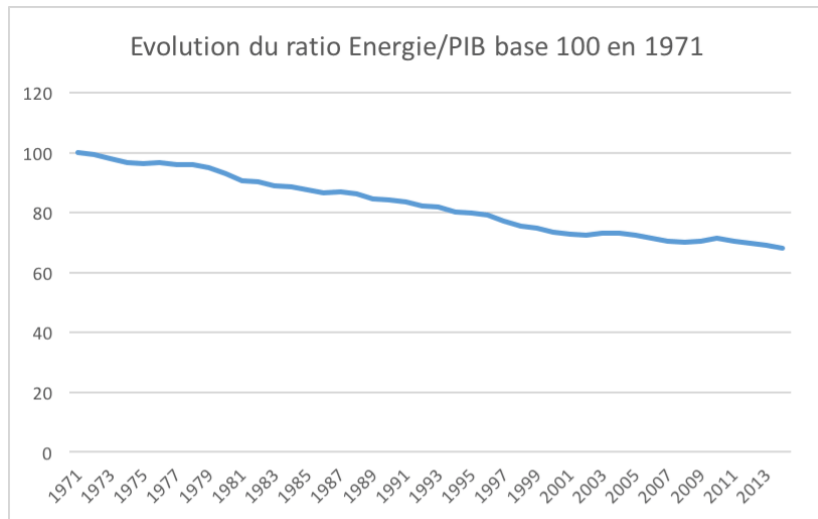
La France est un peu plus exposée que la moyenne, avec 16,4 % de postes menacés et 32,8 % transformés par l'automatisation.

Par Marie Charrel · Publié le 25 avril 2019 à 10h00 · Mis à jour le 26 avril 2019 à 15h02

Voir aussi les travaux passés du Collectif Roosevelt (P. Larrouturou).

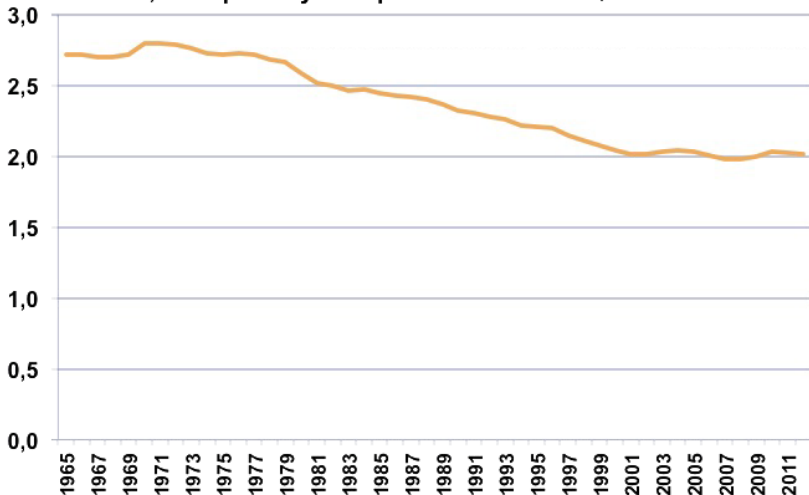
- L'informatique n'est pas un monde « hors sol » :
 - appuis de l'informatique aux chaînes logistiques (plateformes type Amazon) ;
 - effet du commerce sur les transports ;
 - effets de la communication sur la planification des entrevues.
- L'informatique joue un rôle « catalyseur » sur l'économie.
- Dit autrement, si l'économie est mortifère, l'informatique la renforce.
- Témoin statistique : la stagnation de l'intensité énergétique du PIB.

La courbe d'après Alain Grandjean

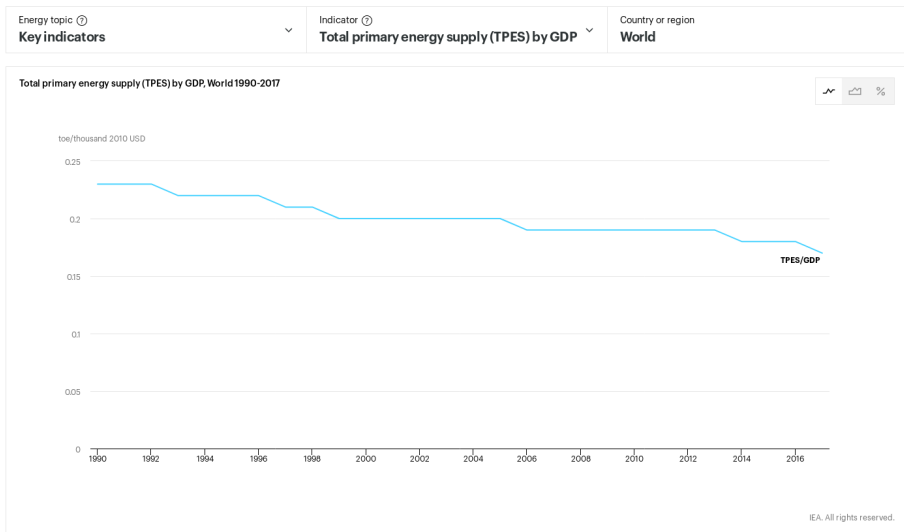


La courbe d'après Jean-Marc Jancovici

Total World, kWh primary NRJ per constant 2012 \$



La courbe récente d'après l'AIE



Au final : l'utopie numérique

- Passer du papier à l'informatique ne règle pas les problèmes environnementaux.
- Nous ne découplerons pas le PIB et les pollutions avec le numérique.
- Nous échouons à contribuer à une société plus juste en partageant mieux les idées.
- L'augmentation exponentielle des performances ne compense pas la massification de la production technologique.
- Le recyclage du high tech est extrêmement complexe.

Il est urgent de se doter d'une boussole sur la question et d'envisager de ne déployer les technologies qu'après avoir pesé les impacts positifs et négatifs de l'investissement.

Au final : la hiérarchie des impacts

Juste en se contentant des impacts directs de l'informatique.

En 2019, la hiérarchie des impacts est la suivante, par ordre décroissante d'importance :

- fabrication des équipements utilisateurs ;
- consommation électrique des équipements utilisateurs ;
- consommation électrique du réseau ;
- consommation électrique des centres informatiques ;
- fabrication des équipements réseau ;
- fabrication des équipements hébergés par les centres informatiques.

Attention au bullshit quand même

Voit parfois des annonces telles que :

« Une simple recherche Google nécessite la même dépense énergétique que celle nécessaire à l'ébullition d'un litre d'eau. »

- chauffer un litre d'eau de 12° à 100° c'est 368280 J.
- Google annonce servir 3,3 milliard de requêtes par jour.
- Ça ferait une conso de $1,2 \cdot 10^{15}$ J/j, soit 340 GWh/j, soit 14 GWh/h.
- \approx 10 EPR ou 1/4 de la production française en avril 2017.
- À ça il faudrait ajouter aussi la conso des équipements réseaux intermédiaires. . .
- En comparaison, Google en 2011 c'est 220 MW.

Ici comme ailleurs :

- Interrogez les sources, les méthodes, les données.
- Soyez perspicace et faites des règles de trois.

Sommaire

- 1 Préambule
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre**
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

En un mot : faire mieux avec moins (efficacité).

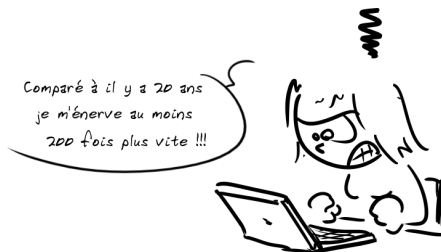
À défaut : faire moins avec moins (sobriété, pauvreté).

(Ici et ailleurs.)

- Impact majeur ; même en passant la durée de vie de 3 à 5 ans.
- Astuce : achat neuf prohibé.
- Sauf en dernier recours.
- Difficulté : obsolescence programmée, socialisée et marketée.

Sobriété sur les ressources

- Les PC sont plus performants chaque année.
- Est-ce que ça se voit sur les applications ?
- Le secrétaire de 2020 est-il mieux outillé que le secrétaire de 2000 ?
- Le comptable de 2020 est-il mieux outillé que le comptable de 2000 ?
- Le programmeur de 2020 est-il mieux outillé que le programmeur de 2000 ?
- Exemple : <https://www.greenit.fr/2020/08/18/x171-la-croissance-du-poids-de-nos-logiciels/>



- Qui possède le PC le plus vieux. Et l'ordiphone ?
- Qui a déjà jeté un ordinateur ou ordiphone encore fonctionnel ?
- Qui a déjà évité de jeter un PC ou ordiphone en le réparant ?
- Enjeu énorme pour permettre de prolonger la durée de vie.
- Enjeu sur la documentation et les spécifications techniques.
- Enjeu sur la composition et la standardisation des composants.

- Un parc renouvelé tous les 3 ans peut être homogène.
- Probablement pas un parc renouvelé tous les 10 ans.
- Complexités supplémentaires à gérer.

Remutualiser les équipements

- 1960 : l'ordinateur central dans les banques et administrations.
- 1980 : l'ordinateur de la compta (et du patron technophile).
- 1990 : le PC familial.
- 2000 : le PC personnel.
- 2010 : PC personnel + ordiphone.
- Aujourd'hui : 2 à 4 ordis par personne (perso, pro, phone, phone pro) ?
- On ne compte pas les TV, liseuses, consoles de jeu, voitures...
- Demain on continue ?

Voilà, j'ai fait la liste des objets connectés dans ma maison



- Lutter contre l'obsolescence programmée.
- Lutter contre l'obsolescence socialisée⁵.
- Lutter contre l'obsolescence marketée.
- L'Internet « des objets » (IoT) : des briques en sursis.

5. Je désigne ainsi l'obsolescence engendrée par un écosystème en mutation rapide. Par exemple avec un vieux PC vous ne faites pas de visio avec le reste de votre tribu et vous vous mettez en situation d'exclusion.

- On n'a que peu de traces des celtes.
- On a perdu 90% des textes antiques.
- Sera on une civilisation qui n'a rien écrit ?
- Les standards aident la transmission dans l'espace et dans le temps.
- Standards ouverts pour les documents.
- Standards ouverts pour le matériel.

Diffuser rapidement des outils facilitateurs

- Le libre à cette force d'outiller le monde (ex : serveurs mails, routage, serveurs web, stockage, etc.)
- Exemples de besoins :
 - amélioration de l'efficacité du travail à plusieurs,
 - (on n'a pas attendu la visio sur le web pour monter Debian),
 - un antidote à la VoD 4k : le transcodage.

- Interroger notre rapport au commun, rapport à la coopération.
- Exemples :
 - Logiciels libres,
 - Wikipedia,
 - Openstreetmap,
 - Open source ecology,
 - Atelier paysan.

- Réduction des inégalités d'accès.
- Rémunération du travail, plutôt que les rentes.
- Implication de larges fractions des populations à comprendre les problèmes.
- Continuum de savoir entre experts et citoyens.

- Éviter les verrous globalement toxiques :
 - interdiction de comprendre et concurrencer,
 - interdiction d'amender,
 - interdiction d'utiliser hors du cadre.
- Au motif du profit local et à court terme.

Sommaire

- 1 Préambule
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs**
- 10 Conclusion

Démythifier les approches « smart »

- « Smart » signifie souvent : ne nous occupons pas du problème, les scientifiques/ingénieurs/startups trouveront une solution.
- Exemple : Linky
 - 5 G€ d'investissement.
 - Vendu comme de la croissance verte.
 - Remplacement de compteurs fonctionnels.
 - Va mettre au chômage des milliers de personne (inégalités).
 - Quel impact attendu sur le climat ?
 - Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Linky>
- Les techniciens le savent en pratique :
Plus de technologie + plus de complications \Rightarrow plus de problèmes

Freiner l'innovation ?

- L'obsolescence est consubstantiel à la propagation des innovations.
- Exemple : la 5G
 - Probablement techniquement très attirant.
 - Va mettre la pression au remplacement des terminaux non compatibles (courant 2020 l'Iphone 12 version 5G n'existe pas).
 - Va mettre la pression à l'accroissement à tous les niveaux des réseaux (débit, stockage, sollicitation des serveurs).
 - Va augmenter significativement la consommation électrique des réseaux.
 - Va mobiliser des budgets d'investissement colossaux.
 - Quel impact sur le climat sachant ça ?
- Il va falloir ralentir l'innovation matérielle.
- Ça aura des conséquences sur le logiciel.

Freiner les high tech ?

Limites intrinsèques du high tech :

- On mélange la moitié du tableau de Mendeleïev dans des alliages.
- Difficilement recyclables.
- Terres rares donc difficiles à aller chercher.
- Revue de détails :
 - <https://ecoinfo.cnrs.fr/2014/09/03/3-le-recyclage-des-metaux/>
 - <https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-01059676/>

Dans le cas du numérique :

- Enjeu du télétravail.
- Ré-apprendre des loisirs (limiter le recours à la VoD).
- Interroger notre rapport à l'immédiateté (souvent un caprice de riche).
- Avoir conscience que nos équipements matériels sont précieux et coûteux, même après 3 ans.

C'est aussi vrai dans les autres domaines. Nos comportements individuels (ex : manger local et de saison) et collectif (ex : commerce de proximité) sont à faire évoluer.

Éclairer les conséquences environnementales des innovations technologiques :

- Aujourd'hui on avance sans boussole.
- Une analyse carbone d'une activité particulière est très difficile.
- Et souvent pas faite (idem en sécurité, en haute disponibilité, etc.)
- Réfléchir au rôle et à la finalité de la technologie :
 - Somme des avantages ?
 - Somme des inconvénients ?
 - Où se situe la balance ? Quelles contreparties ?
- Développer une culture de l'impact, une culture des ACV⁶.
- Mettre en place des outils d'analyse et de suivi d'impact dans les organisations :
 - Bilans carbone,
 - Référentiel Environnemental du Numérique.

6. Analyse en cycle de vie : création, utilisation, réparation, réemploi, recyclage...

Et puisque vous êtes ici

Quelques sujets importants :

- Réduire la consommation.
- Isolation des bâtiments chauffés (logements et bureaux) ?
- Adaptation au climat (végétalisation, bioclimatisme, etc.).
- Comment gouverner le changement :
Incitation / taxation / régulation / interdiction éthique ? ⁷
- Zéro déchet.
- Végétarisme.
- Architecture des villes.

Sommaire

- 1 Préambule
- 2 Un mot sur le climat, le CO2
- 3 Un mot sur le CO2
- 4 Un mot sur le dérèglement climatique
- 5 Un mot sur les limites planétaires
- 6 Esquisses de solutions
- 7 Autocritique de l'informatique
- 8 Enjeux avec et pour le logiciel libre
- 9 Enjeux par ailleurs
- 10 Conclusion

- Notre monde est fini.
- Seuls les fous⁸ et les économistes⁹ ne le pensent pas fini.
- Au 21 ème siècle, ne pas choisir n'est plus une option viable.
- Nous allons voir nos vies bouleversées par la contrainte climat / carbone.
- Nous sommes une minorité acclimatés au langage de la science.
- À ce titre nous portons la responsabilité :
 - de participer à établir ou rétablir les faits,
 - concernant les limites du développement planétaire,
 - à les faire entendre au plus grand nombre.

8. Mais ça change doucement.

9. Chez eux aussi.

Sources et Webliographie

- Site web de JM Jancovici
- Ademe : représentations sociales du changement climatique
- Nasa, images de la terre
- Wikipédia : consensus scientifique sur le réchauffement climatique
- Valérie Masson-Delmotte au Colloque de l'académie sur le réchauffement
- Le blog de Sylvestre Huet (journaliste et antiseptique salvateur en ces temps de pandémie)
- Le cours de Gilles Bœuf au collège de France (Biodiversité)
- Le projet Decarbonize Europe du Shift Project
- Reflexion sur l'énergétique des véhicules routiers - analyse de la Mathis 333
- The Shift Project : catégorie numérique
- GDS EcoInfo du CNRS
- Wikipédia : Informatique durable
- Centre Ressource du Développement Durable (Cerdd)