

Impacts environnementaux du numérique scolaire



Sébastien Morard, Dr.

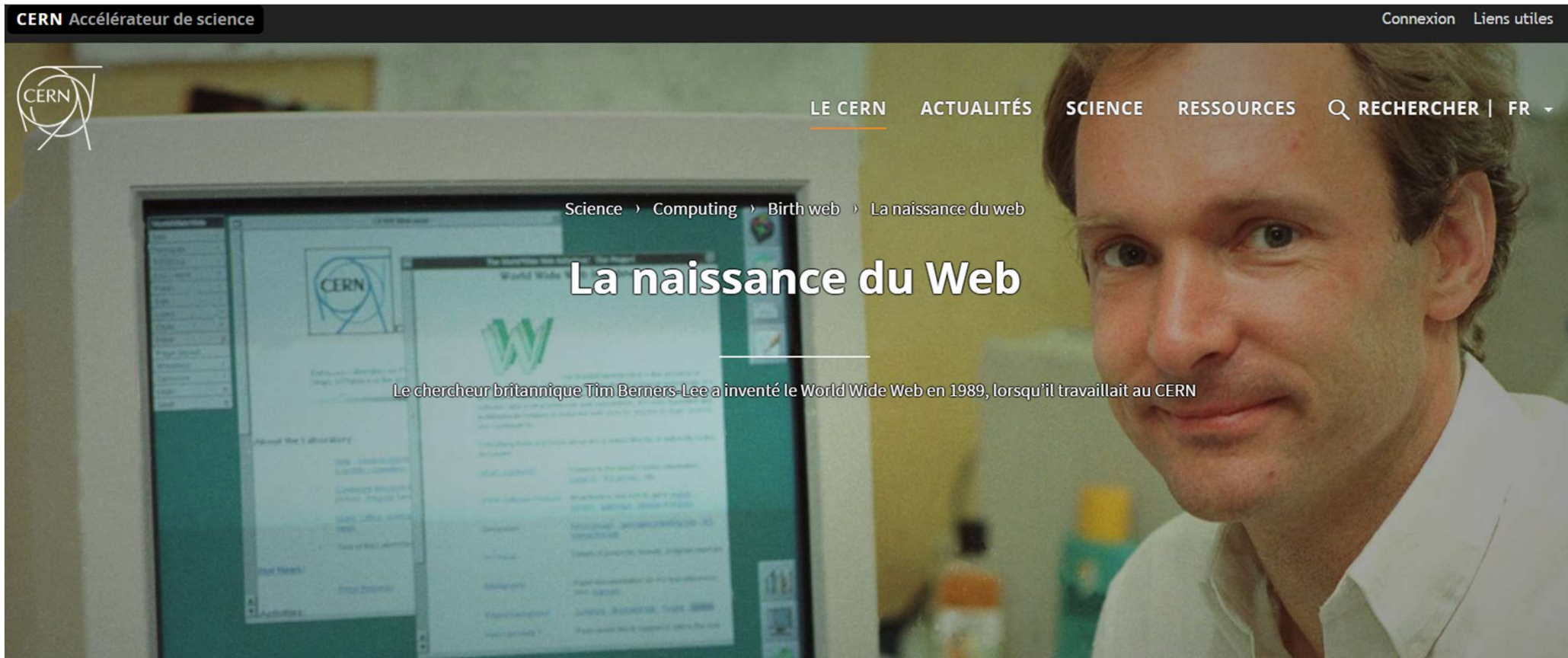
Enseignant en géographie, Collège St-Michel, Fribourg

SSP

9 mai 2023

1989 : naissance du World Wide Web

Tim Berners-Lee, chercheur britannique, a inventé le Web au CERN en 1989. À l'origine, le projet, baptisé « World Wide Web », a été conçu et développé pour que des scientifiques travaillant dans des universités et instituts du monde entier **puissent s'échanger des informations instantanément**.



2008 : « Le chat et le ventilateur »

⇒ Temps quotidien moyen passé par les adolescents sur les portables : **3 heures et 47 minutes.**

(Source: Helsana, 19 mai 2022, Quel est l'impact du temps d'écran sur notre santé ? <https://www.helsana.ch/fr/blog/corps/connaissance-du-corps/temps-decran.html#:~:text=Nous%20lisons%20les%20journaux%20en,3%20heures%20et%2047%20minutes>).

The image shows a screenshot of a web browser displaying a YouTube video player. The browser's address bar contains the search query 'video chat ventilateur'. The video player shows a still image of a cat sitting on a surface next to a window with blinds. The video title is 'Chat ventilateur.wmv' and it was uploaded on 30 nov. 2008. The video player interface includes a play button, volume control, and a progress bar showing 0:18 / 0:18. The browser's taskbar at the bottom shows various application icons, including Windows, Search, Settings, and several office and utility applications.

Sommaire

1^{ère} partie

Etat des lieux des impacts environnementaux du numérique

2^{ème} partie

Réflexions sur les impacts des pratiques numériques dans l'enseignement

3^{ème} partie

Réflexions sur des solutions globales envisageables au collège

1^{ère} partie



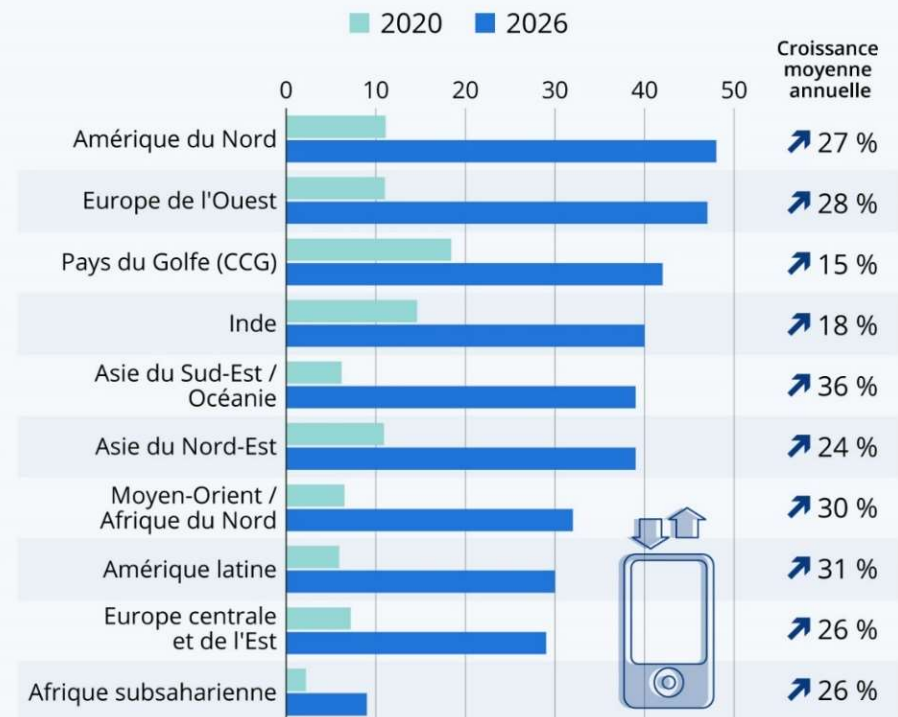
Etat des lieux des impacts environnementaux du numérique

Quelques chiffres sur l'impact environnemental du numérique... en forte croissance

- En 2020, 4% des émissions mondiales de gaz à effet de serre (soit plus que le transport aérien)...
- Et prévision de 7% en 2025 (soit autant que le parc automobile mondial) (source : [The Shift Project, 2019](#)).
- 10% de l'électricité consommée par l'industrie du numérique (source : Pitron G. 2021. L'enfer numérique, voyage au bout d'un like. Editions les Liens qui Libèrent).
- L'empreinte environnementale du numérique augmente environ de 8% par an (source: RTS ABE 2020, [A bon entendeur - Tout numérique: le coût écologique du clic - RTS.ch](#)).

Données mobiles : comment le trafic va exploser

Prévision de l'évolution du trafic moyen de données mobiles par smartphone et par région, en Go par mois



Source : Ericsson Mobility Report (juin 2021)

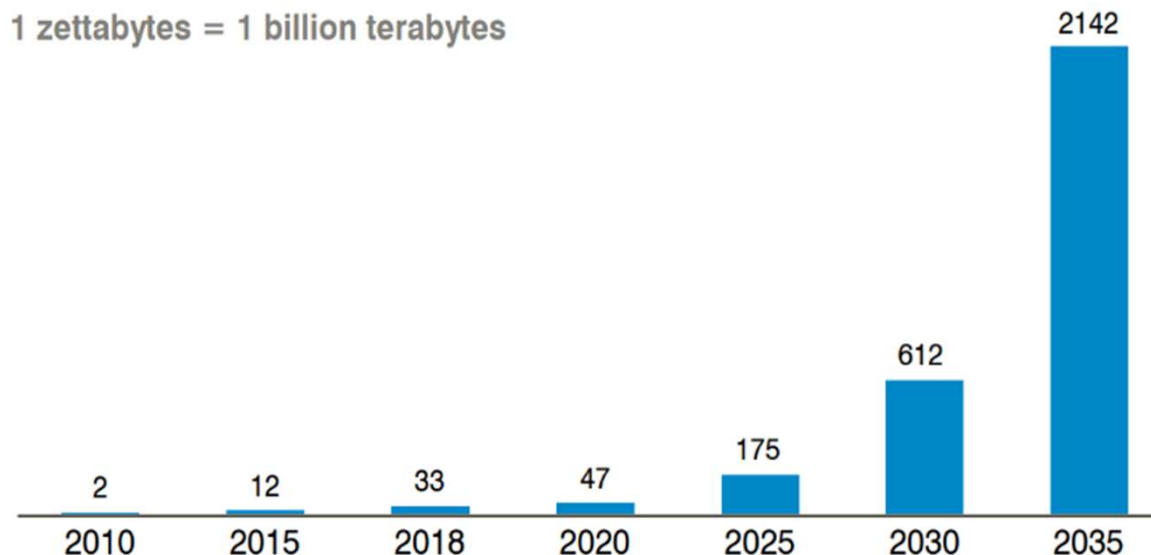


Quelques chiffres sur l'impact environnemental du numérique... en forte croissance

- Estimation que **90% de toutes les données** ont été créées au cours des deux dernières années (2020-2022).
- Tendence exponentielle prévue : **risque de *capacity crunch*** (pénurie de capacité des réseaux) ?

Quantité réelle et prévue de données créées dans le monde 2010-2035 (en zettaoctets)

1 zettabyte = 1 billion terabytes

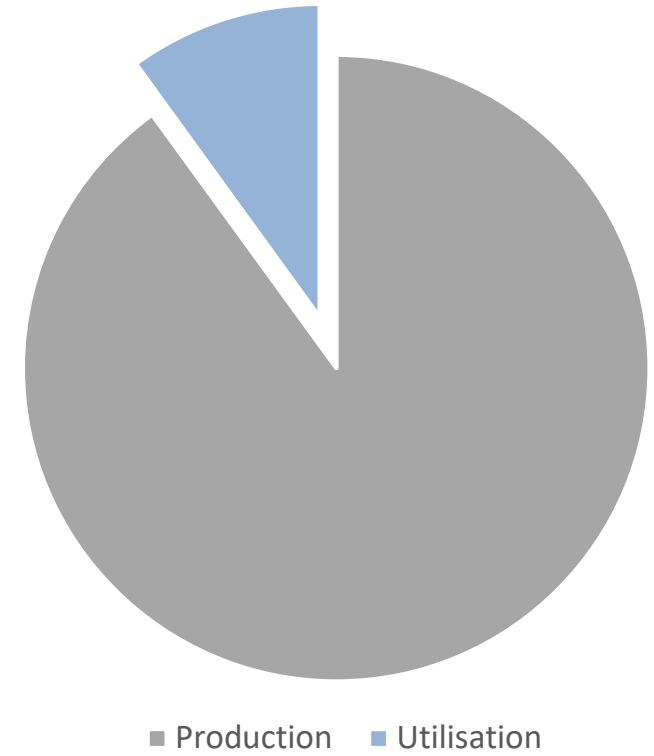


Source : Statista Digital Economy Compass 2019. À des fins d'illustration uniquement. Il n'y a aucune garantie que les prévisions se réalisent.

Source: GAM Investment. The disruptive strategist – En pleine tempête (de stockage), 11 mai 2022
(<https://www.gam.com/fr/our-thinking/investment-opinions/the-disruptive-strategist-the-perfect-storage-storm>).

Impact de la production et de l'utilisation

- L'énergie consommée pour **fabriquer les appareils électroniques** (extraction – fabrication – transport) compte pour **85 à 95%** de l'empreinte carbone générée par la vie de ces appareils
(source : [The Shift Project](#), 2019).
- **10% restant de la dépense énergétique est émis par la recharge** de l'appareil lors de son utilisation.

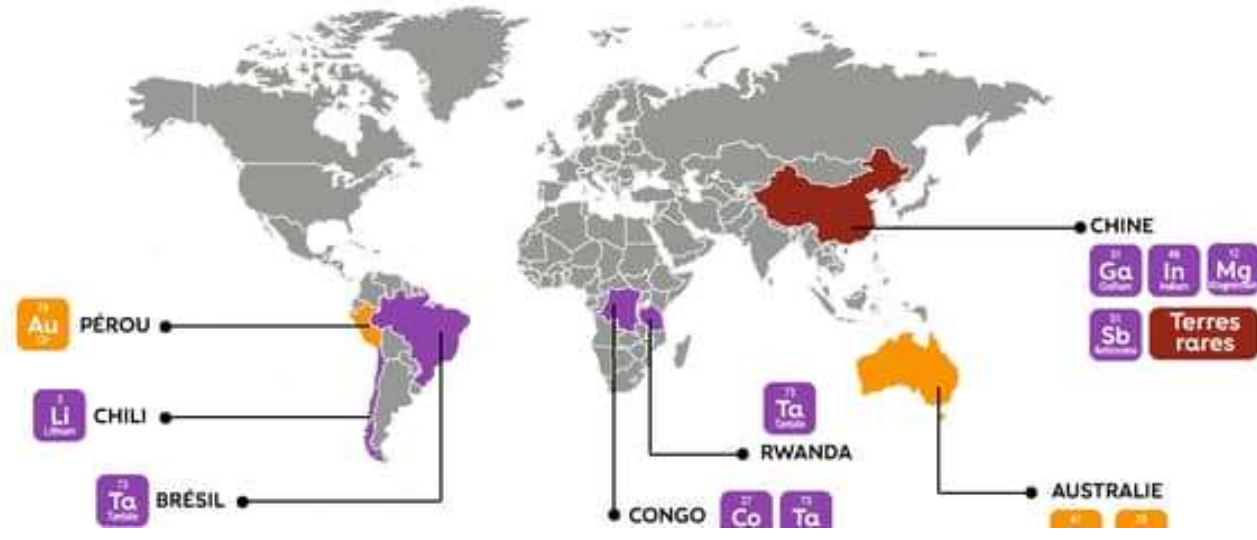


Géologie du smartphone

- Ressources **non renouvelables**.
- Ressources **stratégiques** (d'un point de vue géopolitique).
- Difficulté du recyclage.



ORIGINE GÉOGRAPHIQUE DES COMPOSANTS



« *Le numérique est une ressources critique, non renouvelable, qui s'épuise inéluctablement. Au rythme actuel, cette ressource sera épuisée dans 30 ans.* »

(source: Bordage Frédéric (fondateur de GreenIT.fr) (2021). Tendre vers la sobriété numérique. Actes Sud : 62 p.).

Source: Emeline Gaube, BFMTV, le 3 octobre 2018 ([INFOGRAPHIE – D'où viennent les métaux rares contenus dans nos smartphones? \(bfmtv.com\)](https://www.bfmtv.com/infographie/D'o%C3%BA%20viennent%20les%20m%C3%A9taux%20rares%20contenus%20dans%20nos%20smartphones%3F%28bfmtv.com%29)).

Pour aller plus loin dans le numérique... et la géopolitique

GUILLAUME PITRON

LA GUERRE DES MÉTAUX RARES

LA FACE CACHÉE DE LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE ET NUMÉRIQUE

PRÉFACE D'HUBERT VÉDRINE



GUILLAUME PITRON

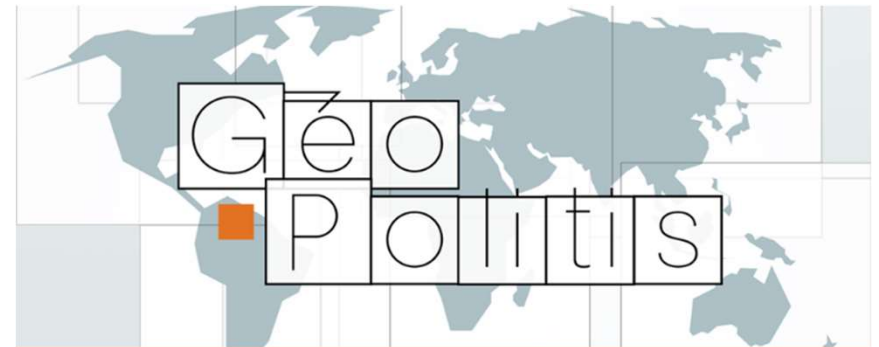
L'ENFER NUMÉRIQUE

VOYAGE AU BOUT D'UN LIKE

Une enquête édifiante !

Par l'auteur de *La Guerre des métaux rares*.

LLL
LES LIENS QUI LIBÈRENT



RTS Geopolitis. Métaux rares, l'eldorado. Terres rares, lithium, cobalt, les Etats dans la course aux métaux stratégiques pour la transition énergétique. 12 février 2023, 26 minutes.

<https://pages.rts.ch/emissions/geopolitis/13670417-metaux-rares-leldorado.html>

Impact de la production

- Indicateur MIPS (*Material input per service unit*) : poids de l'appareil vs. matière mobilisée (source: ADEME).

Guillaume Pitron : « Un téléphone portable ne pèse pas 150 grammes, mais 150 kilos »



SEPT. 2018



MODÉLISATION ET ÉVALUATION DES
IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE
PRODUITS DE CONSOMMATION ET
BIENS D'ÉQUIPEMENT

SYNTHÈSE



Empreinte carbone et MIPS d'appareils numériques

Catégorie de produit	Segmentation	SuperBOM (kg / produit)	MIPS cradle-to-gate (ressources biotiques et abiotiques) (kg / produit)	MIPS cradle-to-grave (ressources abiotiques) (kg / produit)	Changement climatique cradle-to-grave (kg CO2-eq. / produit)	Changement climatique cradle-to-grave (kg CO2-eq. / an)	Changement climatique cradle-to-gate (kg CO2-eq. / produit)
EEE à forte composante électronique							
Télévision	30-40 pouces	11	2376	2201	371	46	320
	40-49 pouces	11	2561	2488	422	53	350
	>49 pouces	15	3489	3117	568	71	466
Ordinateur portable	Ordinateur portable	2	836	711	169	42	124
Ordinateur fixe	Bureautique	6	572	562	189	32	94
	Haute performance	11	1121	1266	394	66	169
Ecran	21,5 pouces	5	2054	2010	236	36	211
	23,8 pouces	6	1689	1605	265	40	239
Tablette	Classique (9 à 11 pouces)	0,8	338	324	70	23	50
	Mini (<9 pouces)	0,5	208	206	48	16	31
	Détachables (10 à 13 pouces)	1,3	420	402	86	29	63
Smartphone	Classique (feature phone)	0,2	95	58	16	8	14
	Moins de 4,5 pouces	0,3	161	124	27	14	24
	5 pouces	0,3	183	128	32	16	27
	Plus de 5,5 pouces	0,3	221	156	38	19	33

Importance de faire durer les équipements

Tableau 6-3 : Durée de d'usage totale des équipements analysés

#	Catégorie de produits	Analyse allongement durée d'usage sans réparation	Analyse allongement durée d'usage suite à une panne réparée	Durée d'usage totale	Source
Equipements à forte composante électronique					
1	Téléviseur	Oui	Oui	8 ans	[1] [2] indique 7 ans
2	Ordinateur portable	Oui	Oui	6 ans	[9]
3	Smartphone*	Oui	Oui	4 ans	[2] [8] indique 2 ans [2] indique 4 à 5 ans

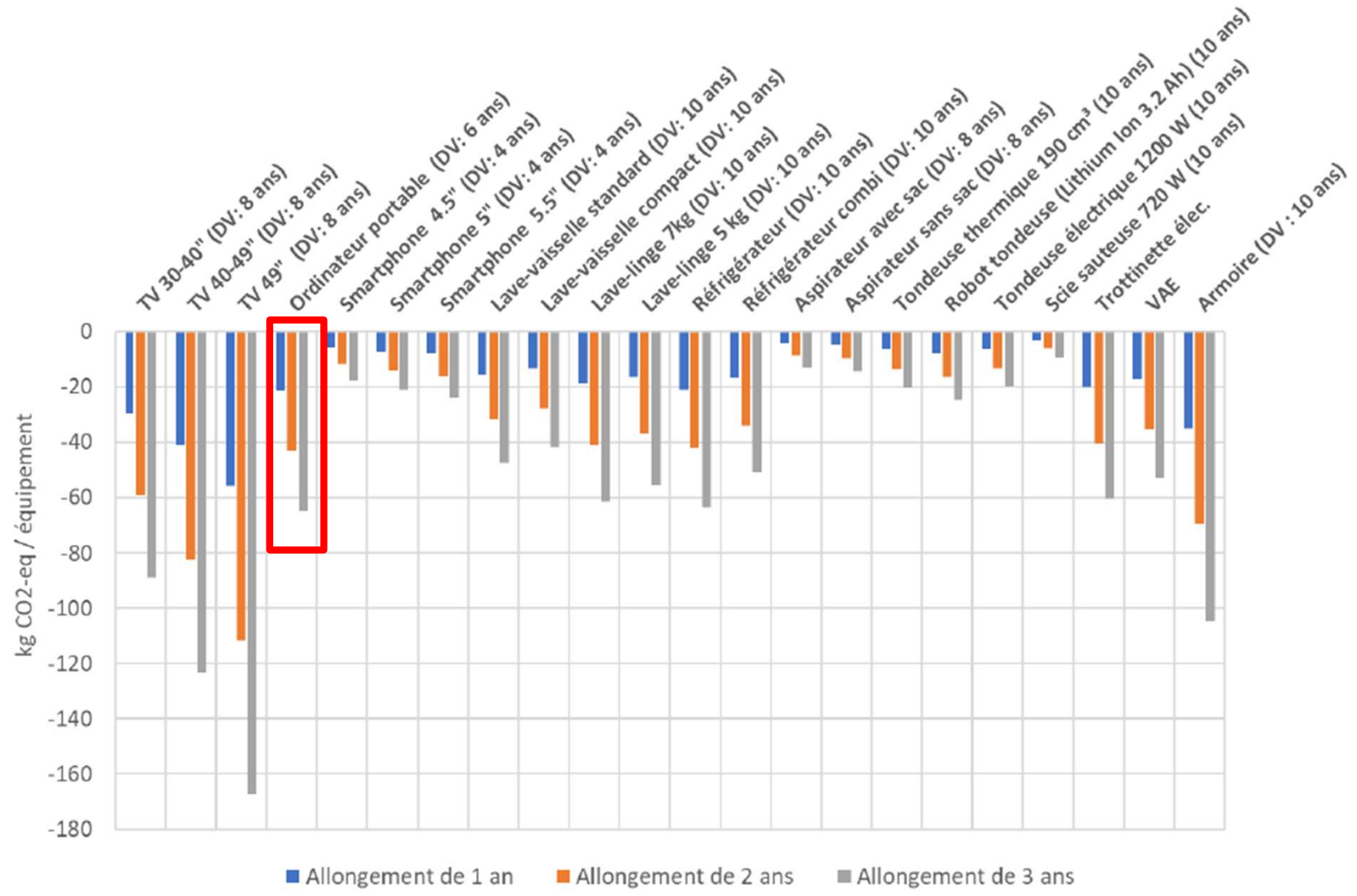
Source: ADEME (2019). MODELISATION ET EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE PRODUITS DE CONSOMMATION ET BIENS D'ÉQUIPEMENT. RAPPORT

Importance de faire durer les équipements

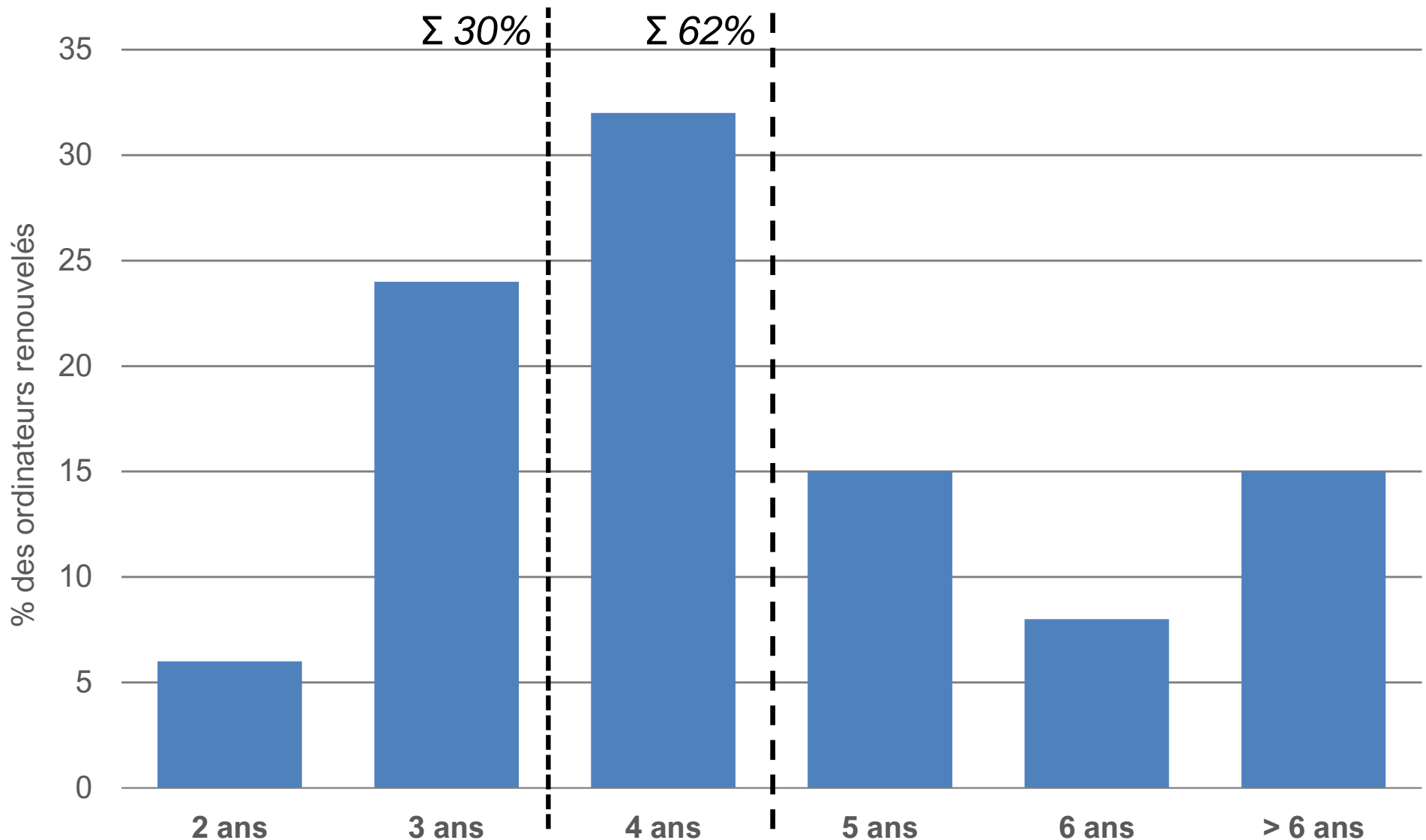
Source: ADEME (2019). MODELISATION ET EVALUATION ENVIRONNMENTALE DE PRODUITS DE CONSOMMATION ET BIENS D'ÉQUIPEMENT. RAPPORT

Effet de l'allongement de la durée d'usage pour l'indicateur de changement climatique.

Figure 6-3 : Résultats différentiels sur le changement climatique entre l'allongement de la durée d'usage totale et le remplacement par un équipement neuf pour une sélection d'équipements



Renouvellement des ordinateurs portables par durée en France 2019

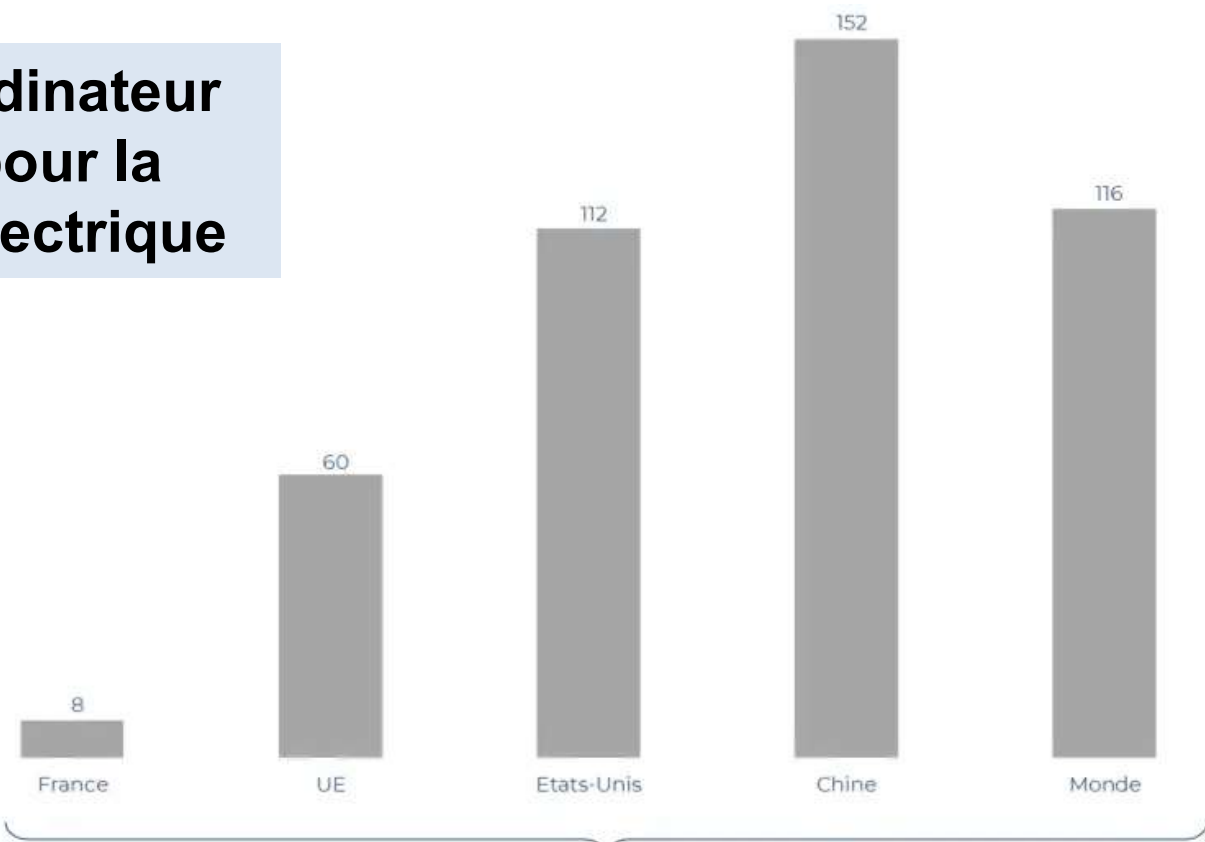
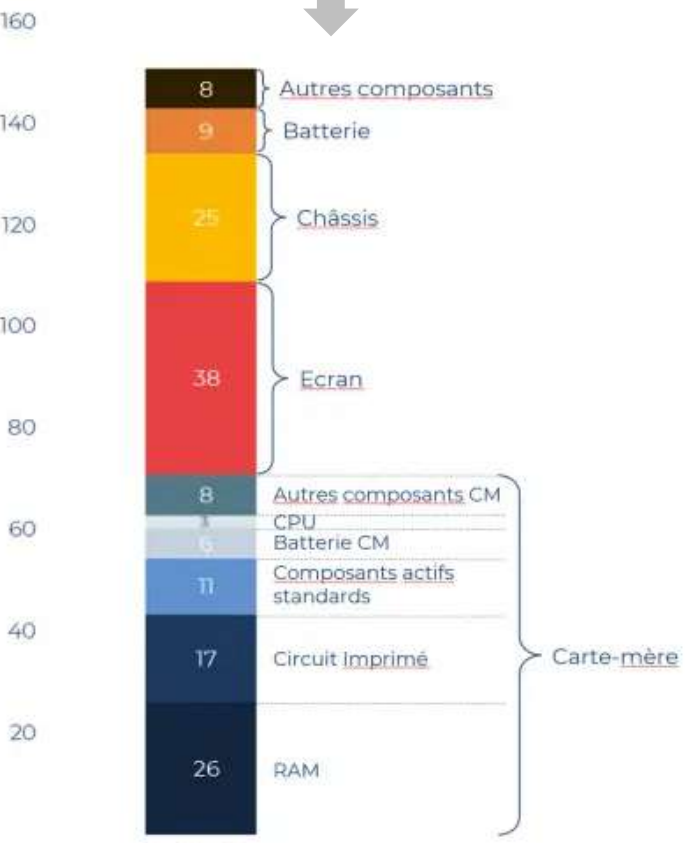


Source: Statista Research Department, 25 janv. 2022 ([Durée de vie des PC portables par durée en France 2019 | Statista](#)).

Cette statistique illustre la répartition de l'obsolescence technologique des ordinateurs portables en France en 2019, par durée (en années).

Empreinte carbone d'un ordinateur portable (en kg eq CO₂) pour la fabrication et la recharge électrique

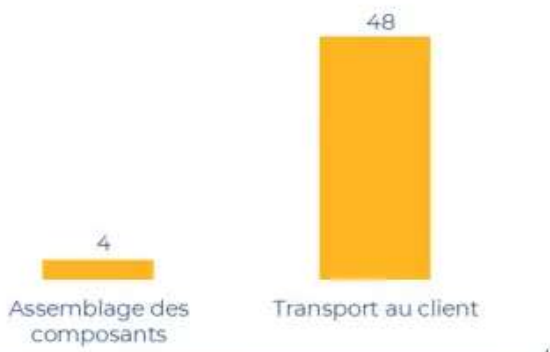
Production



Empreinte carbone moyenne de l'utilisation d'un PC pendant 4 ans selon la zone géographique (Source : The Shift Project, 2018)



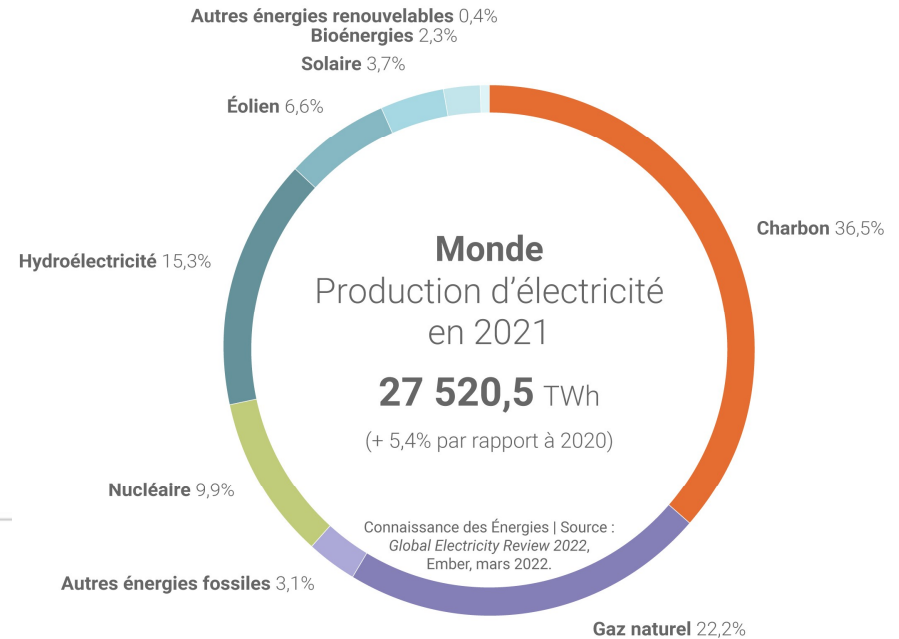
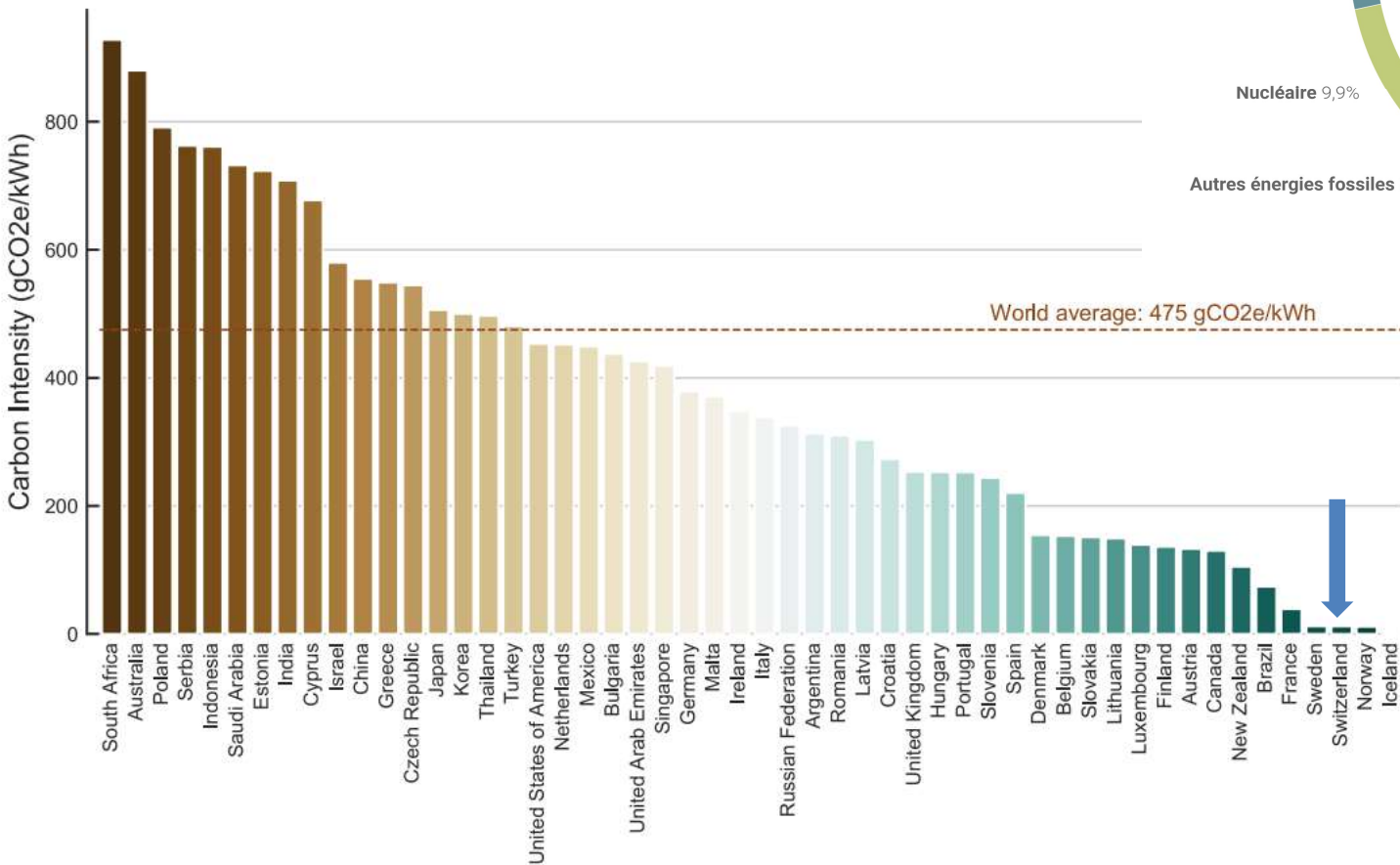
Utilisation pendant 4 ans



Empreinte carbone d'un PC Dell Latitude E6400 (Source : O'Connell, Stutz, 2010)

Source: ISLEAN, réduire l'empreinte carbone de votre informatique (<https://islean-consulting.fr/fr/transformation-digitale/reduire-empreinte-carbone-informatique/>).

Empreinte carbone d'un kilowatt-heure selon la source de production d'électricité



Source: Connaissance des énergies.org.
L'électricité dans le monde en 2021,
<https://www.connaissancedesenergies.org/lelectricite-dans-le-monde-en-2021-annee-de-records-220330>

Fig 1. Carbon intensity (i.e., the carbon footprint of producing each kWh of electricity) for different countries, in gCO₂e/kWh [23].

<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009324.g001>

Consommation électrique d'un ordinateur

Équipement	Consommation d'énergie
Smartphone	de 2 à 7 kWh/an
Tablette	de 5 à 15 kWh/an
Écran	de 20 à 100 kWh/an
Ordinateur portable	de 30 à 100 kWh/an
Ordinateur fixe	de 120 à 250 kWh/an
Box (Internet +TV)	de 150 à 300 kWh/an



Source : ADEME, la face cachée du numérique, 2021 : [Ressources EN: La face cachée du numérique \(hepl.ch\)](https://www.hepl.ch/fr/ressources-en/la-face-cachee-du-numerique)

Sources: ADEME et GreenIT

⇒ **Consommation de veille : jusqu'à 1/3 de la consommation en fonctionnement !**

Source: Energuide.be, <https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/que-consomme-un-ordinateur-quelle-quantite-de-co2-cela-represente-t-il/54/#:~:text=Un%20ordinateur%20fixe%20>.

Source : "L'efficacité énergétique dans les ménages", Suisse énergie, 2016

CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ ANNUELLE EN KWH

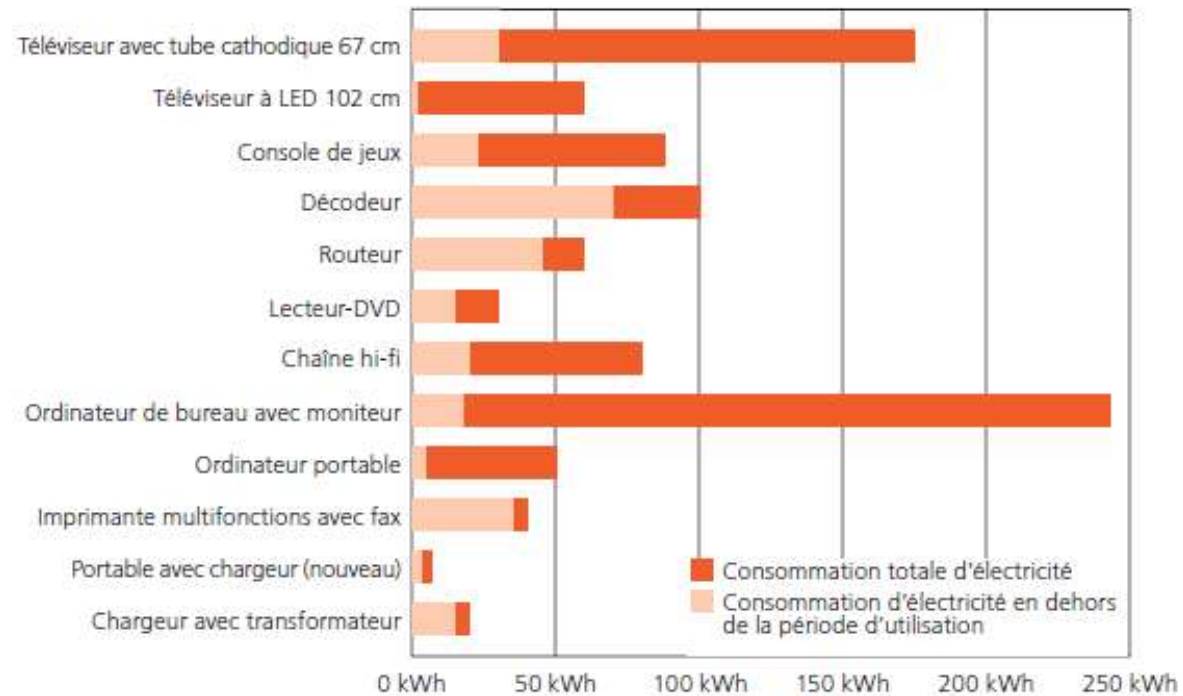
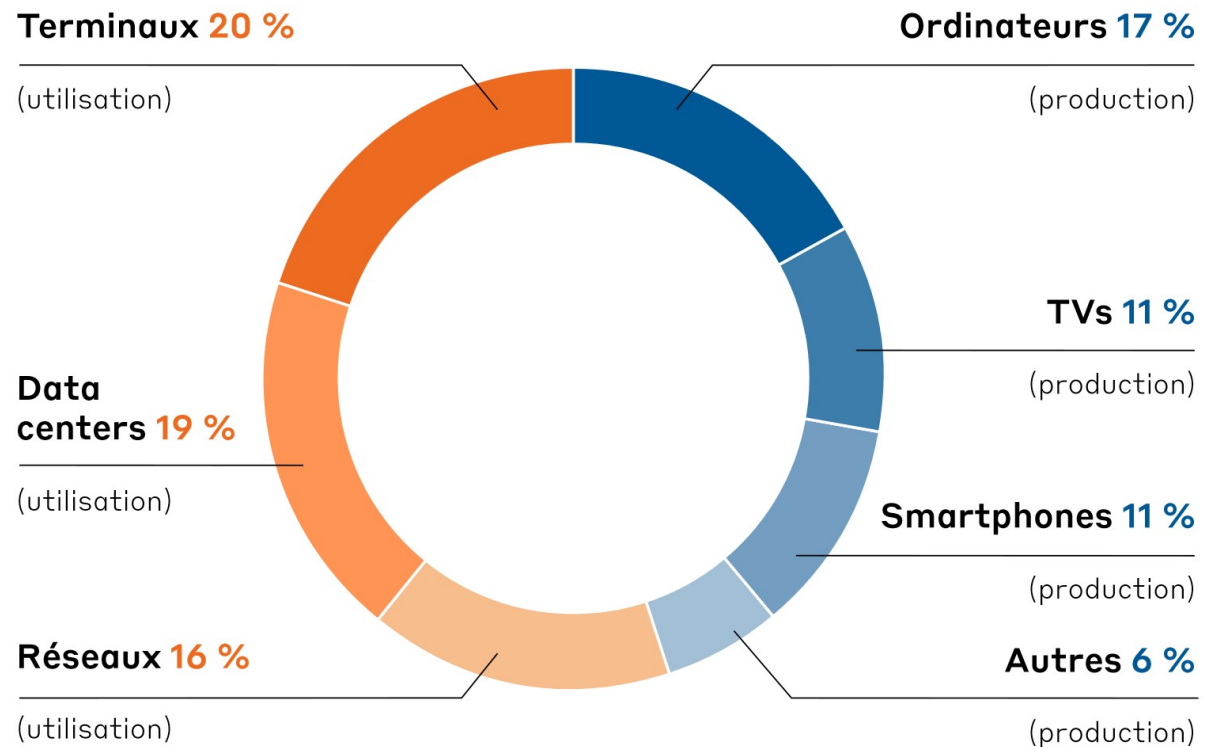


Schéma n°6: consommation d'électricité des appareils, y compris en dehors des périodes d'utilisation (Source: étude de l'OFEN sur la consommation des appareils en mode veille dans les foyers, S.A.F.E.)

Impact environnemental de la production et de l'utilisation

- **L'usage d'internet multiplie par 10 l'impact environnemental** lors de l'utilisation des appareils.
- Au final : environ 50% production et 50% utilisation.
- En 2020 : 900 à 1'100 Mt eq CO₂ (source: Bieser et al. 2020).



Distribution de la consommation d'énergie finale du numérique par poste pour la production (45 %) et l'utilisation (55 %) en 2017

Source : Lean ICT, The Shift Project 2018

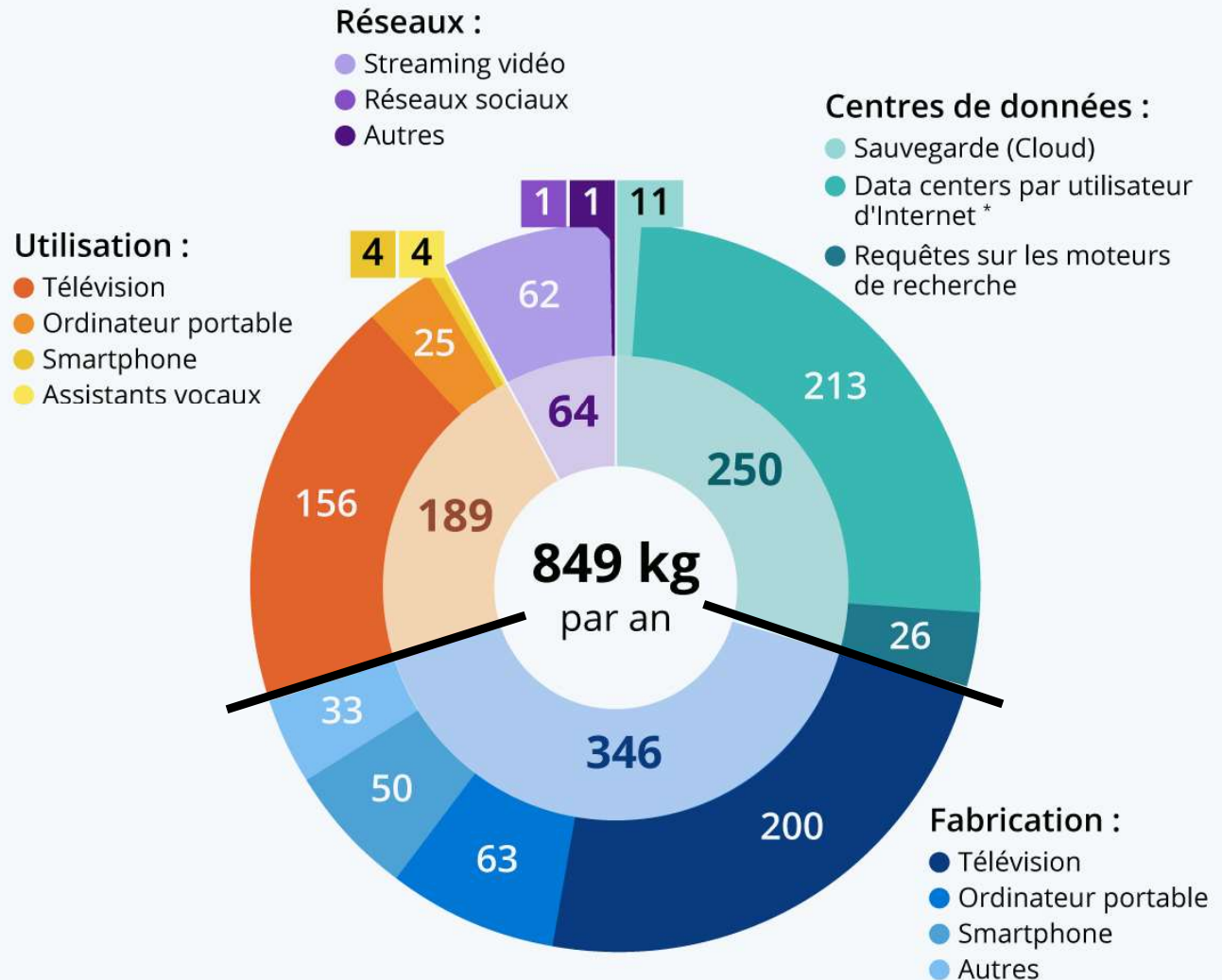
Impact environnemental de la production et de l'utilisation

« Être bas carbone ne suffit pas, il faut aussi être basses ressources »

(source: Pitron G. 2021. L'enfer numérique, voyage au bout d'un like. Editions les Liens qui Libèrent).

L'empreinte carbone de nos activités numériques

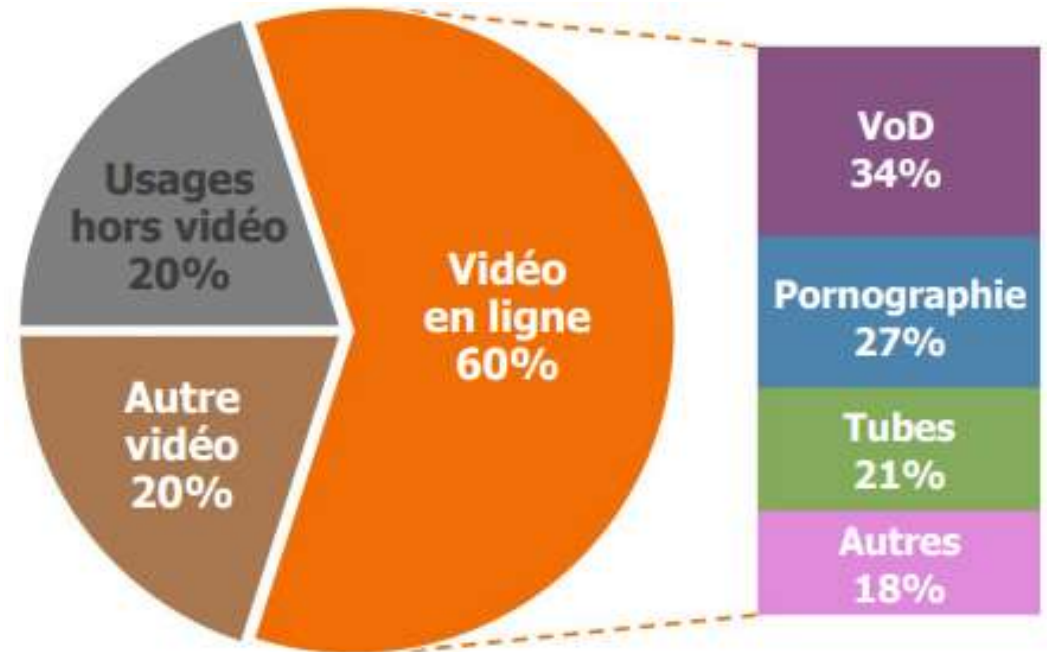
Estimation des émissions de CO₂ liées à l'utilisation des technologies numériques par personne et par an *



* Calculs réalisés en Allemagne en avril 2020.
Source : Öko-Institut

Impact majeur de la vidéo en ligne (streaming)

- **80% des flux de données** sont liés à la vidéo.
- A consulter : « *Cette vidéo réchauffe le climat : merci de la regarder* ». (source: Shift Project, https://www.youtube.com/watch?v=Jjn6pja_l8s).

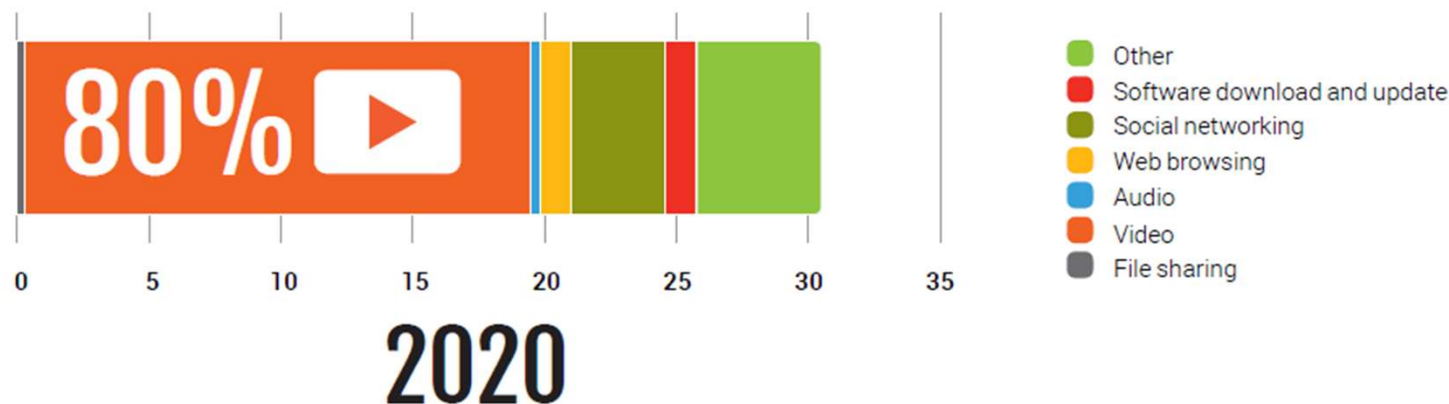


Répartition des flux de données en ligne entre les différents usages en 2018 dans le monde

[Source : *The Shift Project 2019* - à partir de (Sandvine 2018), (Cisco 2018) et (SimilarWeb 2019)]

Source : Shift Project. [Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne](#) (2019).

Mobile Data Traffic by Application Type (monthly Exabytes)²¹

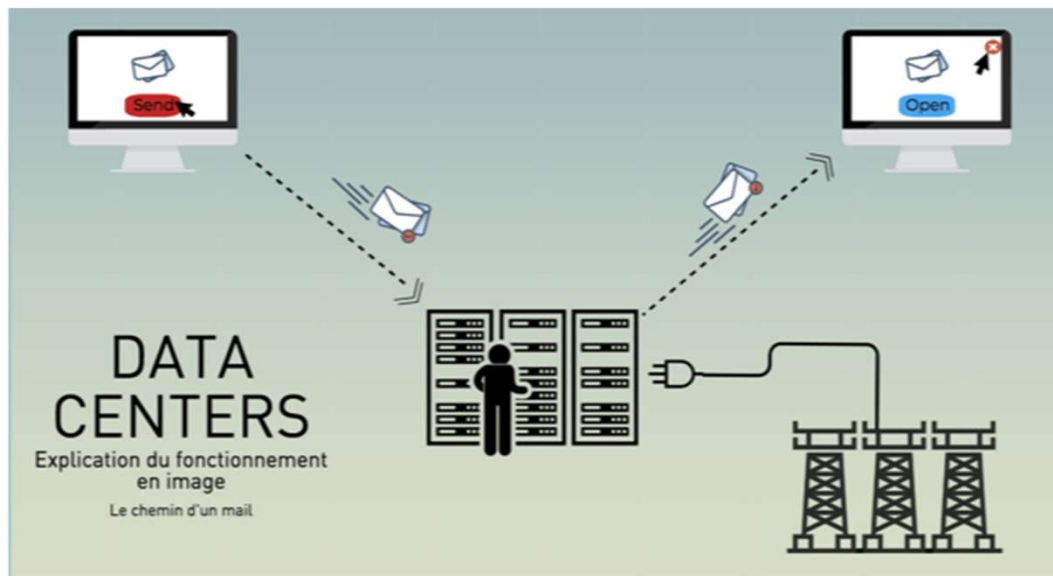


Source: Greenpeace. *Clicking clean : who is winning the race to build a green internet ? 2017.*

Source: Figures compiled from Cisco Network Traffic Forecast 2016 and Ericsson Mobility Report 2015.

Email et datacenters

- **Env. 10 milliards d'e-mails** sont envoyés dans le monde toutes les heures.
- Envoyer un e-mail à un destinataire = parcours de 15'000 kilomètres de câbles.
- **60% des emails sont non-lus** et consomment du CO₂ pour rien.



Source: CleanFox, 2019. Pollution des mails et émissions de CO₂:
<https://cleanfox.io/blog/impact-carbone/pollution-des-mails-et-emissions-de-co2/>

Source : Futura Sciences, 2019. Quelle est l'empreinte carbone d'un email ? :
<https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/eco-consommation-empreinte-carbone-e-mail-10840/>



Une newsletter = 10 grammes de CO₂

Empreinte carbone du spam = émissions annuelles de 3,1 millions de voitures



15.000 km = la distance moyenne parcourue par un e-mail

281 milliards = nombre d'emails envoyés chaque jour dans le monde



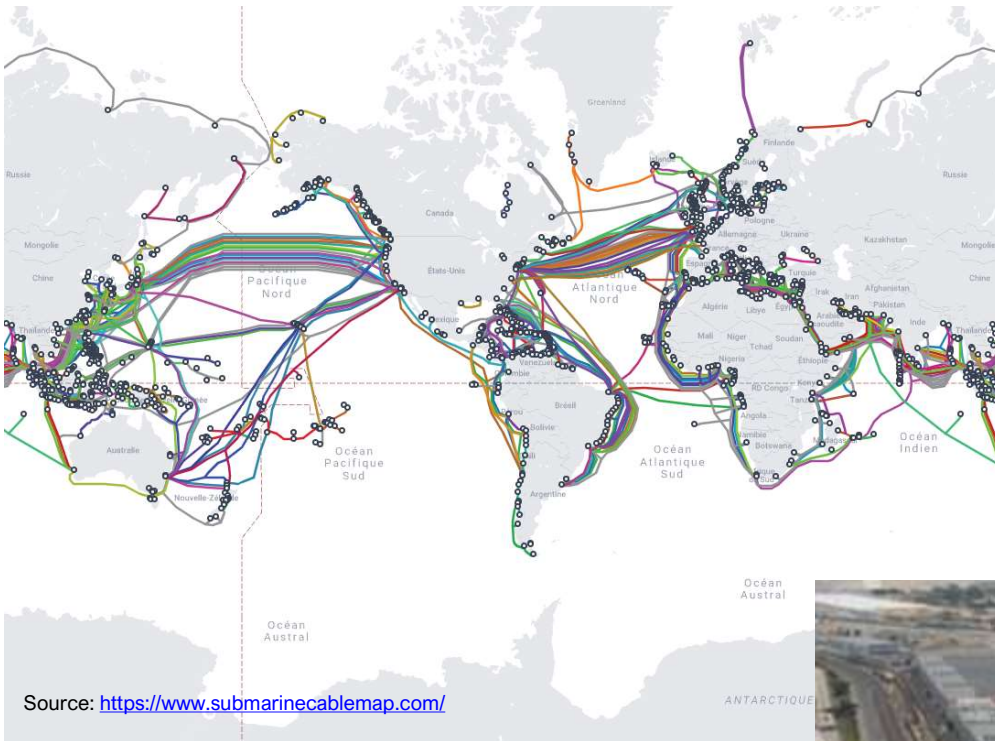
Une photo de vacances de 1 Mo à 10 amis = 500 mètres en voiture

Industrie du numérique = 2% des émissions globales de CO₂



Entre 10.000 et 50.000 e-mails non lus dans une boîte de réception

Numérique : la plus grande infrastructure matériel de l'histoire de l'humanité

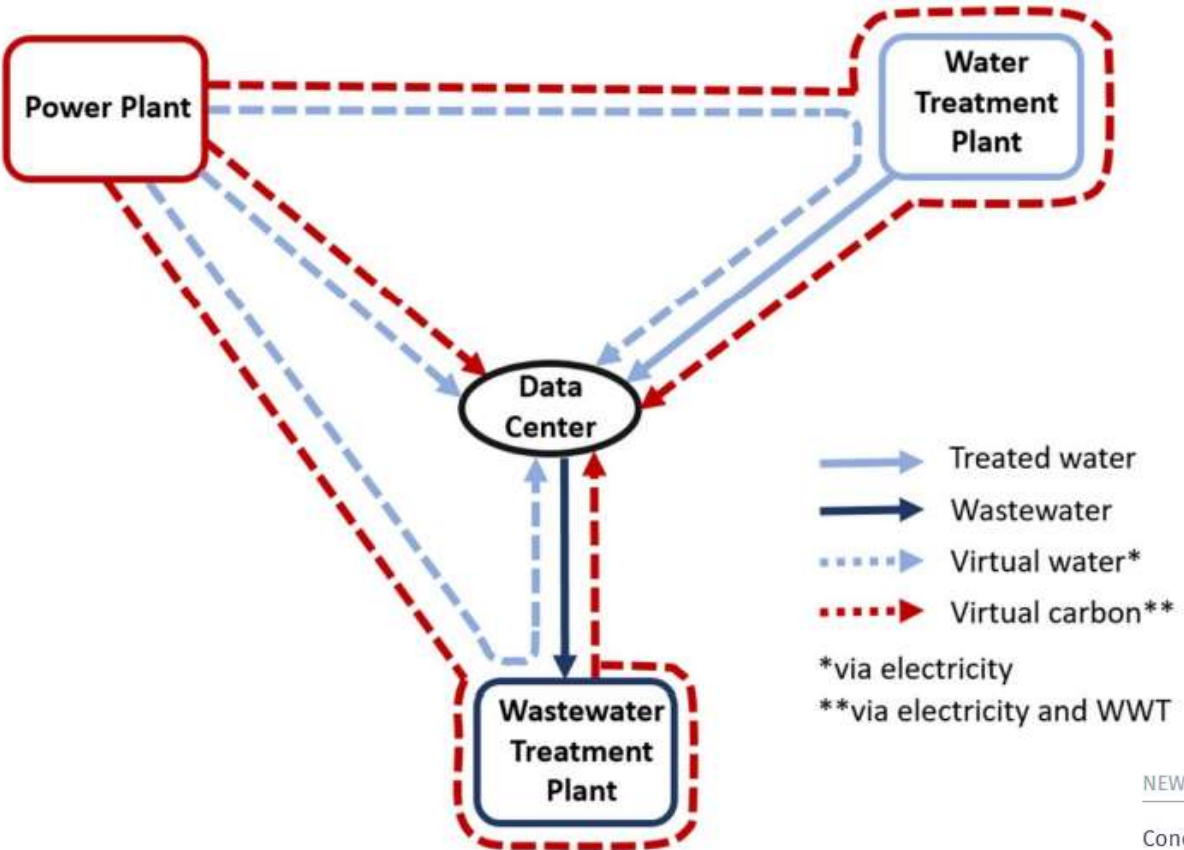


- 1.3 million de kilomètres de **câbles sous-marins**, soit plus de trois fois la distance Terre-Lune.
- Plusieurs millions de **datacenters** dans le monde.

⇒ Ex. Datacenter de Langfang (Chine): 110 terrains de football.



Impact des datacenters



... et amélioration de leur efficacité

(source: ICT Journal, 16.09.2020, <https://www.ictjournal.ch/news/2020-09-16/pourquoi-le-datacenter-immere-de-microsoft-a-si-bien-fonctionne>).

IOP Publishing Environ. Res. Lett. 16 (2021) 064017 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abba1>

ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS

CrossMark

LETTER

The environmental footprint of data centers in the United States

Md Abu Bakar Siddik¹, Arman Shehabi² and Landon Marston^{1*}

RECEIVED 21 January 2021
REVISED 20 April 2021
ACCEPTED FOR PUBLICATION 26 April 2021
PUBLISHED 21 May 2021

¹ Department of Civil & Environmental Engineering, Virginia Tech, Blacksburg, VA, United States of America
² Energy Technologies Area, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, United States of America
* Author to whom any correspondence should be addressed.
E-mail: lmrston@vt.edu

Keywords: water scarcity, data center, water footprint, carbon footprint, water-energy nexus
Supplementary material for this article is available [online](#)

« Un Data Center de 10'000 m2 consomme autant qu'une ville de 50'000 habitants »
(source: Actu Environnement 2016).

NEWS

Concept prometteur

Pourquoi le datacenter immergé de Microsoft a si bien fonctionné

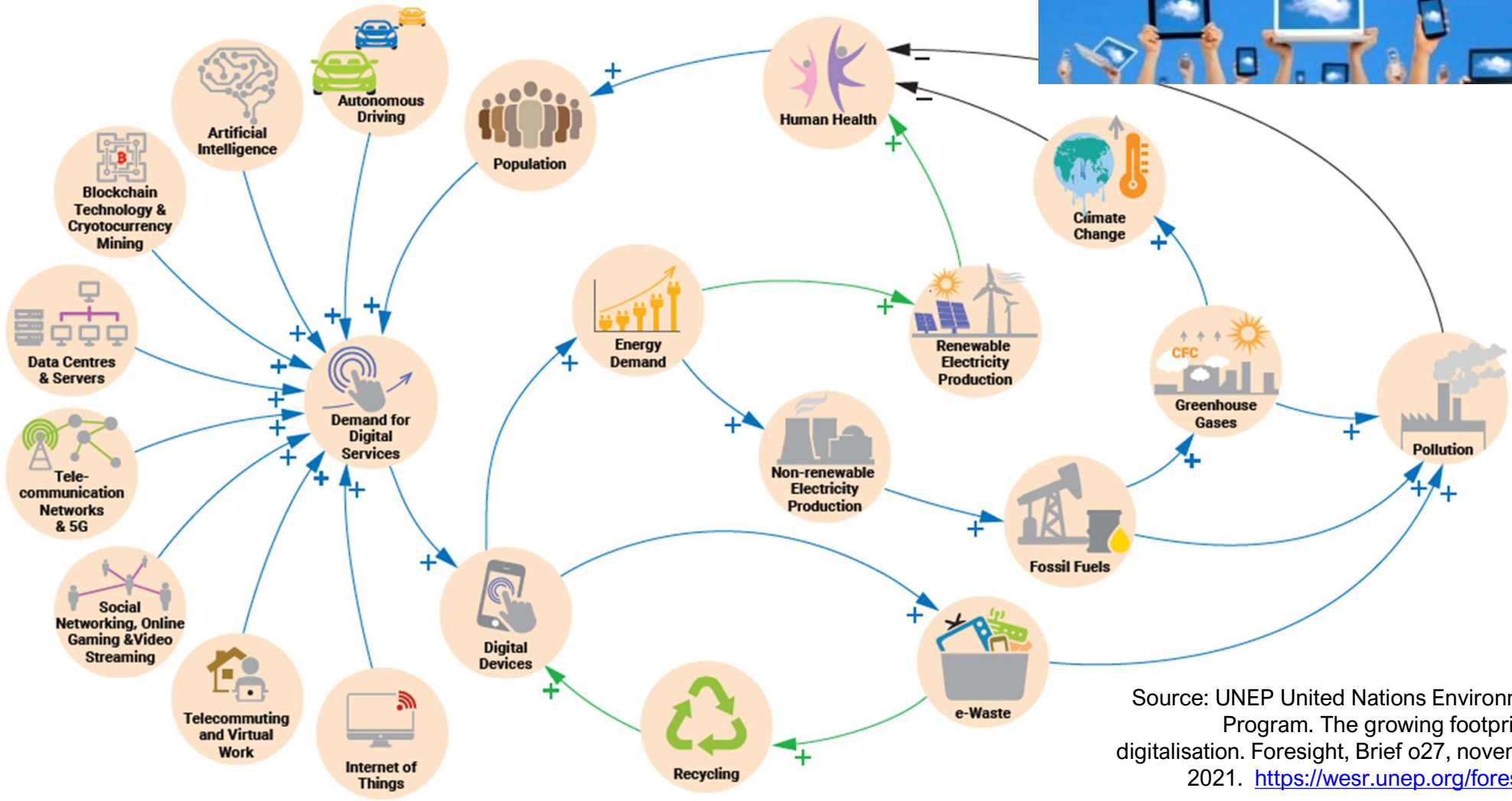
Mer 16.09.2020 - 10:06
par Yannick Chavanne

Deux ans après avoir installé un datacenter au fond de la mer, Microsoft l'a récupéré et tire un bilan des plus positifs. Plus écologique que les structures sur terre, le prototype a également subi bien moins de dysfonctionnements. Entre autres grâce à l'absence de présence humaine.

La fausse esthétique de l'immatérialité du cloud et de la dématérialisation de nos économies



A Systems Thinking Perspective



Source: UNEP United Nations Environment Program. The growing footprint of digitalisation. Foresight, Brief o27, november 2021. <https://wesr.unep.org/foresight>

Demand for digital services drives production and supply of digital devices causing an increase in energy demands. Electricity supply through fossil fuels that are polluting and increase greenhouse gases will worsen climate change and in turn adversely impacts human health. Digital devices, if built and operated using renewable energy resources and with recyclable components such as batteries, will help improve human health through reducing pollution and climate change. This approach in turn leads to a more sustainable reinforcement of demand for digital services. (+) Influence is in the same direction, (-) influence is in the opposite direction.

2^{ème} partie



Réflexions sur les impacts des pratiques numériques dans l'enseignement

Questionnement sur l'impact de nos utilisations numériques

Astuces pour un numérique plus durable ?

Choix des équipements ?

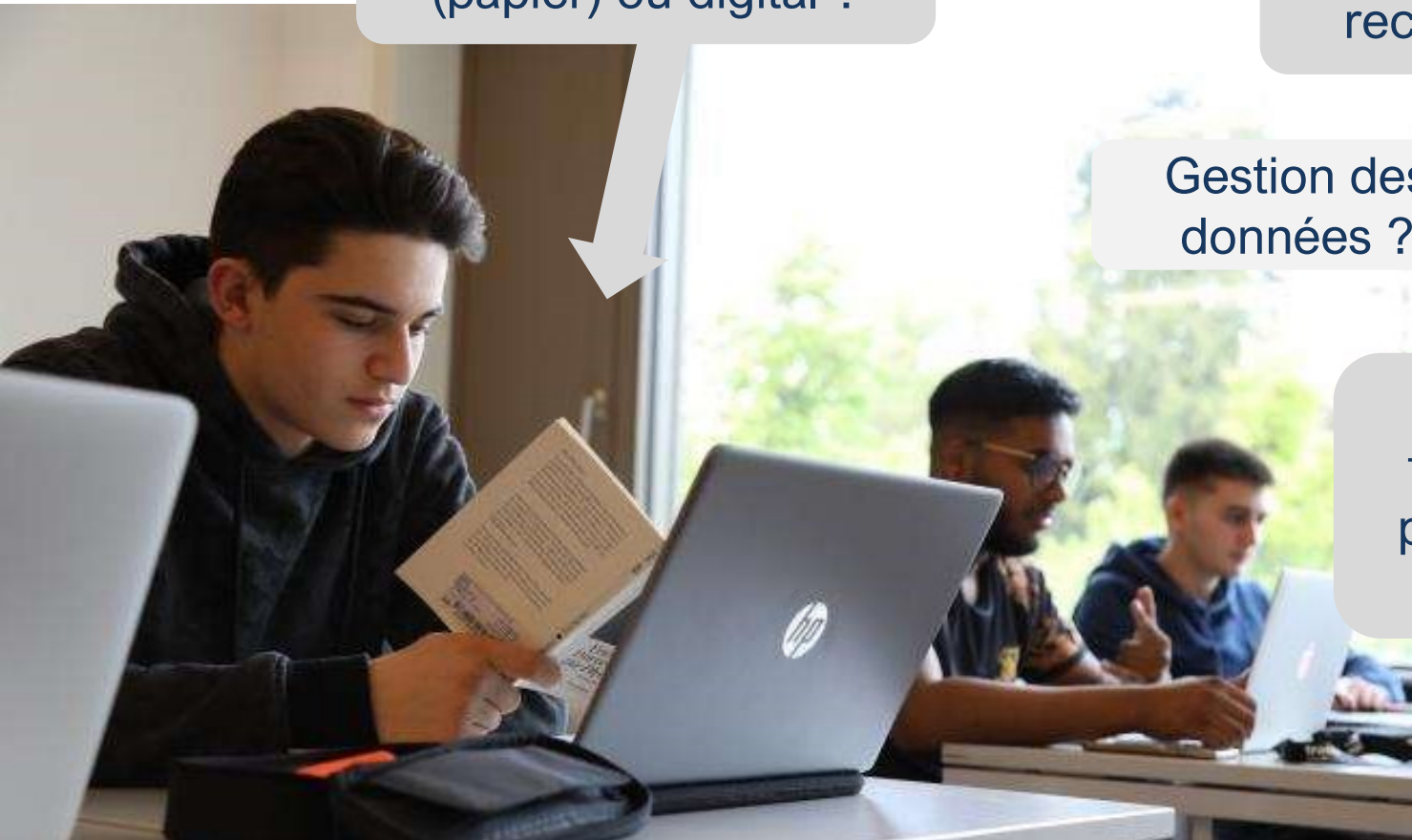
En ligne ou offline ?

Format analogique (papier) ou digital ?

Impact carbone de la recherche web ?

Gestion des données ?

Une question plus fondamentale : utilité et plus-value de l'usage du numérique en classe ?

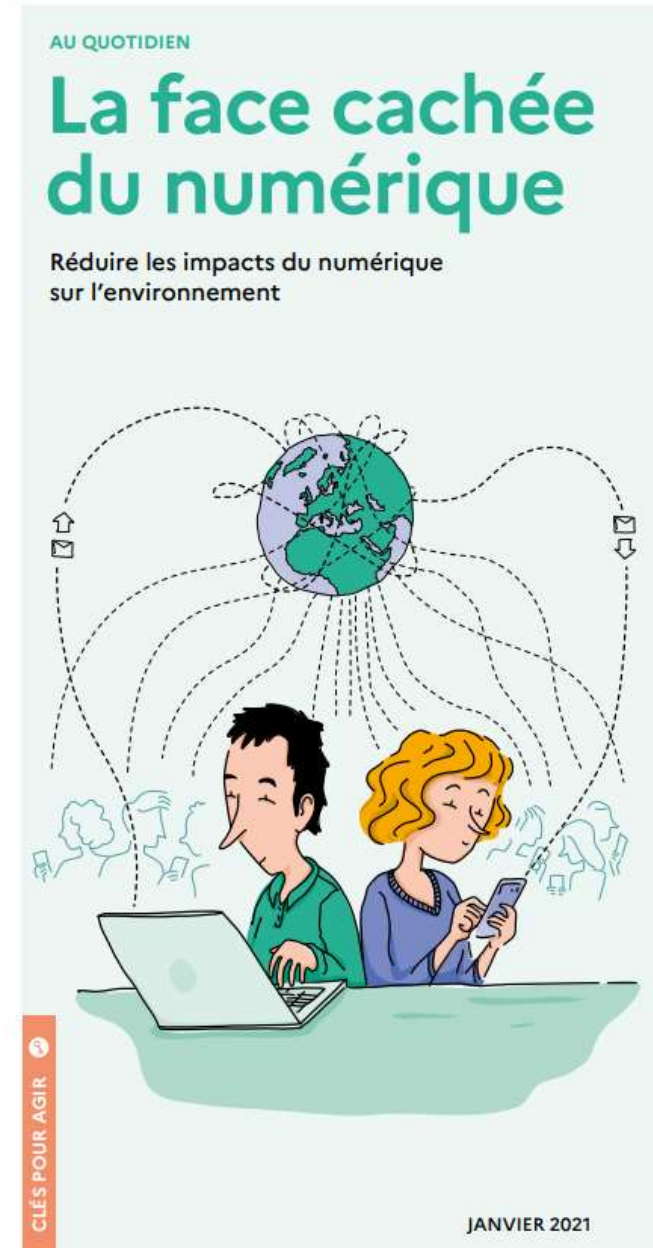


De nombreuses « astuces » pour limiter les impacts de nos pratiques numériques

- Bordage Frédéric (fondateur de GreenIT.fr) (2021). **Tendre vers la sobriété numérique**. Actes Sud : 62 p.
- **ADEME**, Agence de la transition écologique (2022). **Numérique responsable, et si nous adoptions les bons réflexes ?** (source : <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/publications/ressources-ademe/>).

Mais aussi :

- ADEME Expertise, Agence de la transition écologique : équipements électriques, des conseils pour agir (source: <https://expertises.ademe.fr/professionnels/entreprises/performance-energetique-energies-renouvelables/lenergie-bureaux/dossier/equipements-electriques/conseils-agir>).
- Greenpeace : la pollution numérique, qu'est-ce que c'est ? (source: <https://www.greenpeace.fr/la-pollution-numerique>).
- RTS A bon entendeur : tout numérique, le coût écologique du clic (source: RTS 2020, <https://pages.rts.ch/emissions/abe/11480453-tout-numerique-le-cout-ecologique-du-clic.html>).
- GreenIT : Comment réduire l'empreinte environnementale du web? (source: <https://www.greenit.fr/2015/06/04/comment-reduire-l-empreinte-environnementale-du-web/>).
- Cerpeg, l'hygiène numérique (source : <https://j4.cerpeg.fr/ressources/numerique/301-hygiene-numerique#:~:text=Quelques%20gestes%20et%20clics%20simples,appelle%20%C3%A7a%20l'hygi%C3%A8ne%20num%C3%A9rique>).
- Energuides.be, quelques astuces pour économiser de l'énergie (source: [Que consomme un ordinateur ? Quelle quantité de CO2 cela représente-t-il ? – Energuides](#)).



Rendre visible l'impact environnemental d'internet

Carbonalysér Informations Mentions légales

⏻ Démarrer l'analyse ⏻ Ré-initialiser les données

Top 5 du trafic relatif à votre navigation

- 74% teams.microsoft.com
- 18% outlook.office.com
- 3% www.odwebp.svc.ms
- 2% eduetatfr.sharepoint.com
- 3% Autres

Sélectionnez votre zone géographique

Sélectionnez votre zone géographique ▾

Ce n'est pas obligatoire mais cela rendra le résultat plus pertinent.

En 7 minutes de navigation, vous avez fait transiter 273 Mo de données. Cela a nécessité 0.066 kWh d'électricité, soit 34 gCO₂e

🕒 7 minutes
⬆️⬆️ 273 Mo
⚡ 0.066 kWh
☁️ 34 gCO₂e

Les émissions de CO₂ liées à votre utilisation d'internet équivalent à :

📱 4 smartphones rechargés
🚗 0.155 kms en voiture

Comment changer cela ? Quelle responsabilité ?



L'extension de navigateur
qui rend visible l'invisible
impact environnemental du net



Exemple test de 7 minutes :

- Ouvrir le site du collège (csmfr.ch)
- Email à un collègue
- Ouvrir TEAMS en ligne
- Lecture d'un article PDF durant 4 minute d'un PDF sous TEAMS

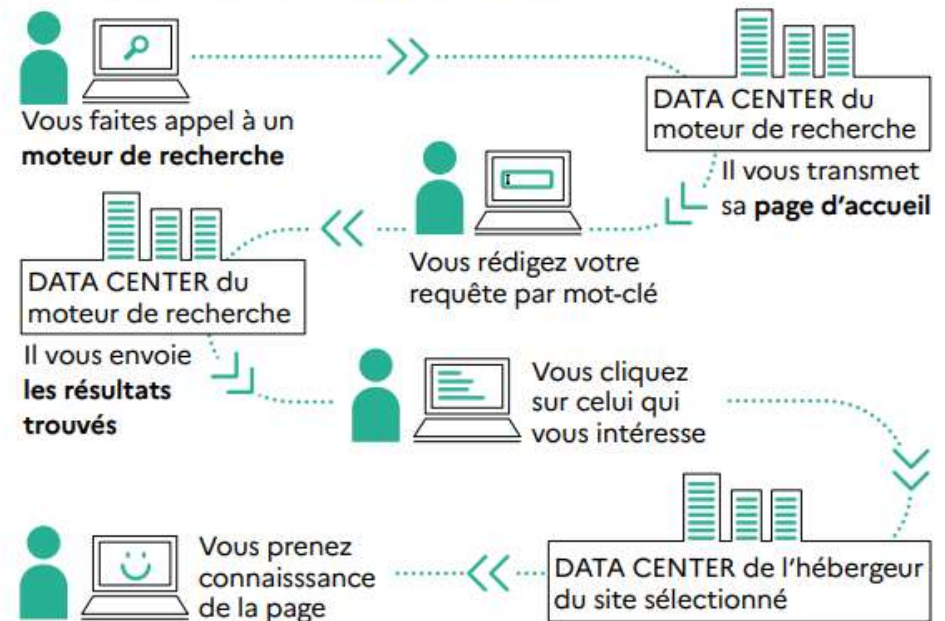
⇒ Convertisseur CO₂ de l'ADEME : Impact sur le climat des objets et gestes:
<https://impactco2.fr/integration>

Requêtes web par un moteur de recherche et par Chat GPT

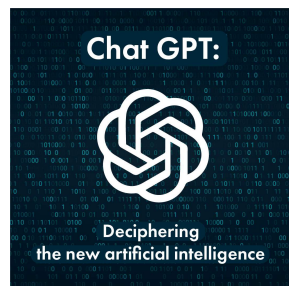
- L'impact d'une requête web dépend du temps de recherche et du nombre de pages consultées.
- Utilisation de liens directs (**favoris**) : **division par 4** des émissions de gaz à effet de serre (source: ADEME, la Minute pratique, Comment fonctionne une requête web et quel est son impact ?, <https://www.youtube.com/watch?v=ii0c1twh-PE-> YouTube).
- Et Chat GPT ?
 - ⇒ Une question posée à Chat GPT nécessite **en moyenne 300 fois plus d'énergie** qu'une requête Google (sans compter l'entraînement de la machine).

Recherche web : aller au plus court

LA REQUÊTE WEB : COMMENT ÇA MARCHE ?



Source: ADEME 2021, Guide « La face cachée du numérique », <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/publications/ressources-ademe/> ou <https://elearning.hepl.ch/mod/resource/view.php?id=107699>.



Source: Mougeot Nicolas. L'IA? Un outil contre le réchauffement climatique ? Le Temps, 5 mars 2023.

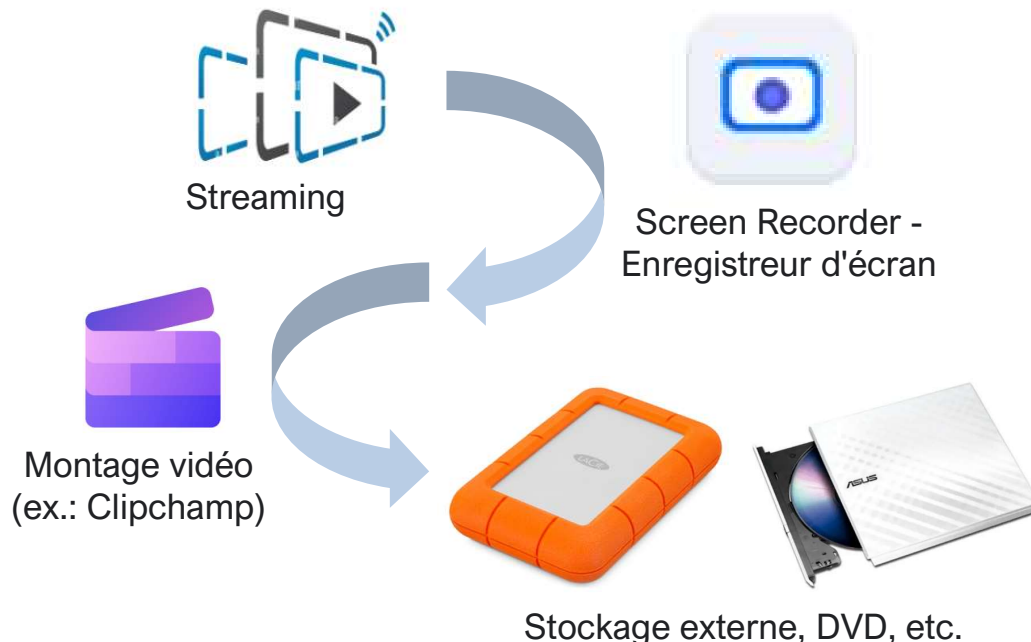
Fatale taxe carbone

Ces nouvelles technologies ont néanmoins un coût écologique et celui de ChatGPT pourrait se montrer réhibitore si on lui imposait une taxe carbone. En effet, une question posée à ChatGPT nécessite en moyenne 300 fois plus d'énergie qu'une requête Google. Pire, le développement même d'une intelligence artificielle est coûteux: celle-ci requiert non seulement une très grande force de calcul informatique, mais aussi des bases de données gigantesques pour l'entraîner.

Utilisation de documents et de vidéos en cours

- **Préférer le téléchargement et le stockage en local pour une consultation hors connexion** (surtout en cas d'usage multiple) (source: 4d campus, <https://4dcampus.fr/byod-et-sobriete-numerique/>).
- Adapter la résolution des vidéos à votre écran et réduire le poids des vidéos (cf. guide du Shift Project).
- En cours : diffusion unique au beamer plutôt qu'individuel ?

Comment réutiliser une vidéo en ligne depuis un support physique ou en local:



Comment réduire en 5 minutes le poids d'une vidéo tout en gardant une bonne qualité

Pourquoi ?

Le visionnage de vidéo représente 80% du trafic internet annuel et cela va en augmentant. Réduire le poids de ses vidéos réduit l'énergie nécessaire pour les diffuser et donc les émissions de gaz à effet de serre qui y sont liés. Réduire le poids des vidéos sur internet est un premier pas vers un internet plus sobre.

Prérequis

- Un fichier vidéo prêt à être compresser (.mov, .mp4,...)
- Le logiciel gratuit [Handbrake](#) (Windows, Mac, Linux)

Source: The Shift Project, 2019, <https://theshiftproject.org/guide-reduire-poids-video-5-minutes/>.

Nécessité de faire du tri dans les données du cloud

- **Syndrome de Diogène numérique** : seule 6% des données stockées dans le cloud seraient utilisées. 94% seraient une «décharge de données non-utilisées»

(source: UN Environment Program. The growing footprint of digitalisation. Foresight, Brief 027, november 2021. <https://wesr.unep.org/foresight/>).

- **World Digital Cleanup Day** : <https://www.digitalcleanupday.org/>

« Le plus important n'est pas le nombre de gigabits de sauvsés, mais le changement des mentalités que cette initiative permet ».

(Source: Pitron Guillaume 2021. L'enfer numérique, voyage au bout d'un like. Editions Les Liens qui Libèrent).




Source: CleanFox, 2019. Pollution des mails et émissions de CO₂: <https://cleanfox.io/blog/impact-carbone/pollution-des-mails-et-emissions-de-co2/>

Astuces pour optimiser l'empreinte carbone

Je vous donne dix astuces pour améliorer votre empreinte carbone avec Microsoft 365 et votre collaboration :

- #1 : [Choisir la zone d'hébergement par rapport à votre situation géographique](#)
- #2 : [Eviter les emails avec pièces-jointes](#)
- #3 : [Eviter les multi-destinataires](#)
- #4 : [Sensibiliser ses destinataires](#)
- #5 : [Utiliser le chat plutôt que le mail](#)
- #6 : [Gérer des versions de documents](#)
- #7 : [N'utiliser la synchronisation que lorsque c'est nécessaire](#)
- #8 : [Supprimer les contenus obsolètes](#)
- #9 : [Automatiser vos processus avec Power Automate](#)
- #10 : [Télétravail encouragé avec Microsoft 365](#)



Mettre un lien vers un site de partage/téléchargement.

Papier ou numérique ?

« Je prends la version numérique, c'est plus écologique ! »

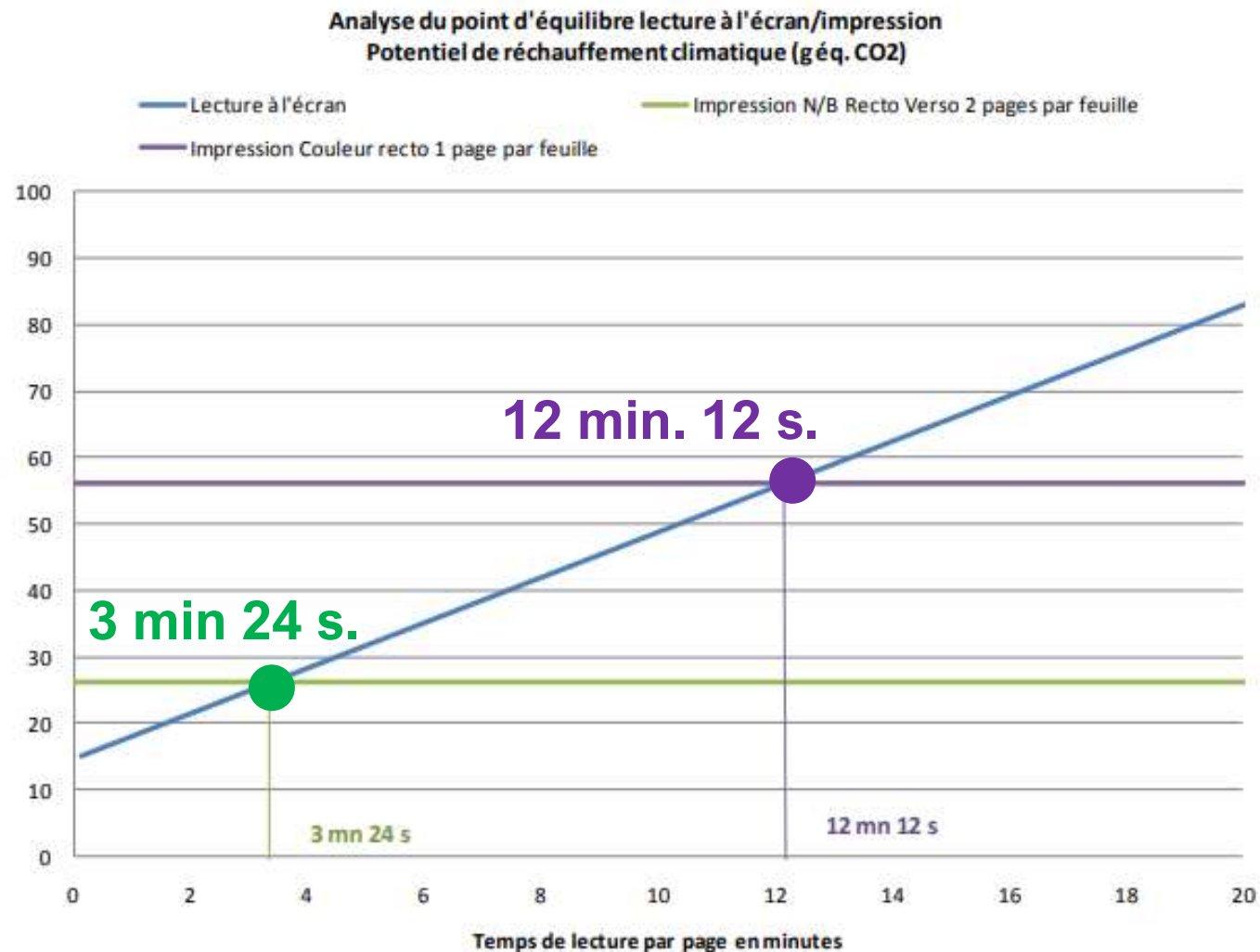
- Industrie du papier à un impact environnemental important... mais le numérique aussi !



Source: Terre vivante. Fabriquer des livres, quels impacts sur l'environnement ? L'analyse de cycle de vie (ACV) d'un livre de terre vivante, <https://www.enviedecrire.com/wp-content/uploads/quel-impact-du-livre-sur-environnement.pdf>.

Document papier ou numérique : dois-je imprimer mon email ?

- *Bilan CO₂ d'un email dépend du:*
 - **temps de lecture**
 - nombre de destinataires
 - du poids (pièces jointes)
- *Bilan CO₂ du papier se calcule selon son impression.*



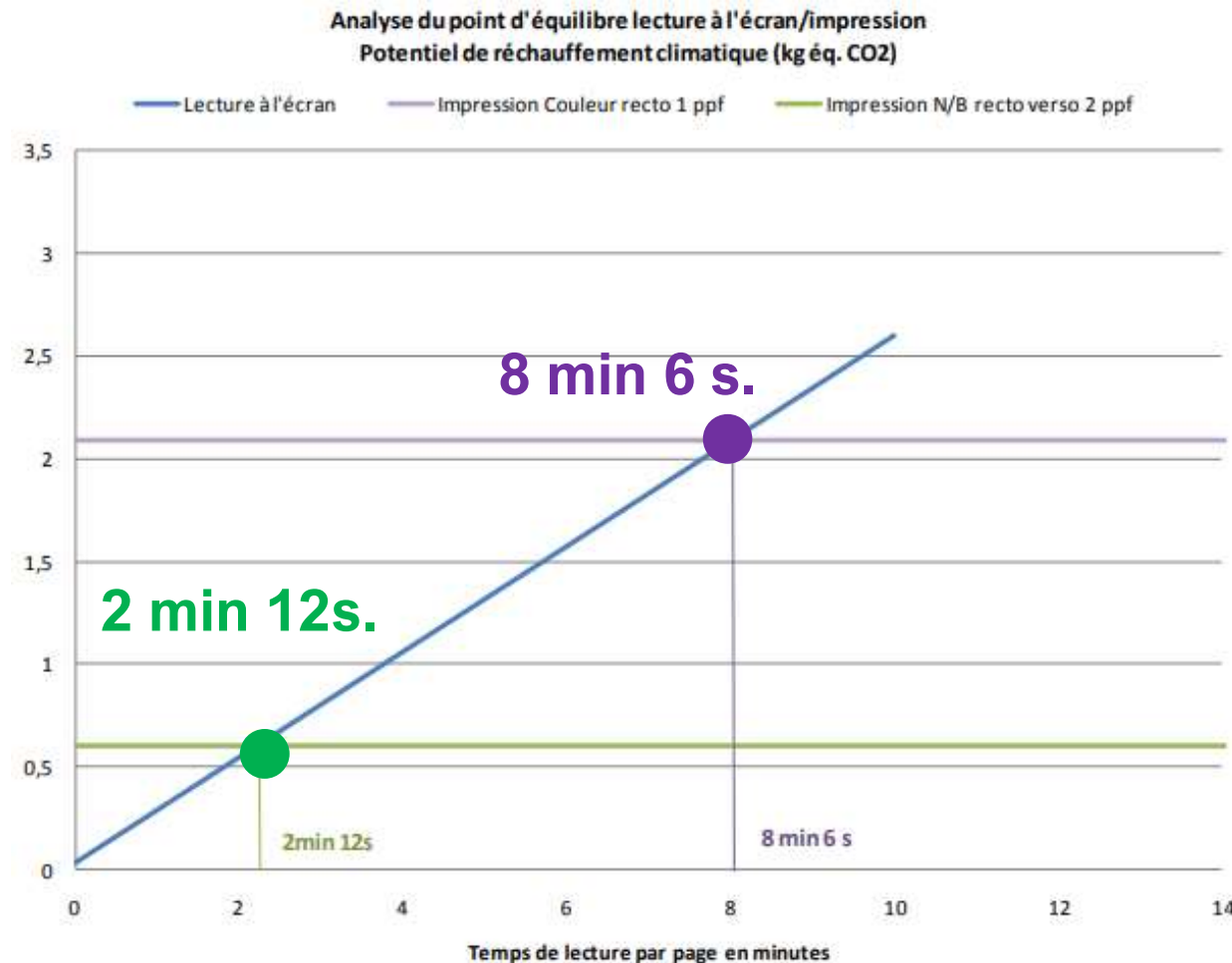
Analyse de point d'équilibre sur le temps de lecture, potentiel de réchauffement climatique pour l'envoi d'un email d'1 Mo à une personne

Impression ou lecture à l'écran : importance du temps de lecture

Conditions du test : lecture complète d'un document scientifique de 200 pages (lecture attentive avec en moyenne 3 minutes par page). Lecture à l'écran à partir d'un fichier transmis sur une clé USB.

- **Conclusion : le script de cours imprimé (N/B, recto-verso, 2 ppf) à un meilleur bilan carbone que la lecture à l'écran!***
- **Ne pas imprimer les documents peu lus (ex. slide Powerpoint avec une image, etc.)**

* Et d'autant plus que : lecture d'une même page à plusieurs reprises (en classe, révision, etc.), réponses aux questions sur une page prend plus que 2 min et 12 secondes, etc.



Livre papier, liseuse ou lecture sur tablette (ebook) ?

- Impact dépend de l'intensité d'usage : « *pour un usage de plus de 10 lectures par an, utiliser une liseuse numérique a des **impacts sur le changement climatique** plus faibles que de lire sur format papier (dans l'hypothèse où les livres papier sont neufs et jamais réutilisés)* » (ADEME 2022).

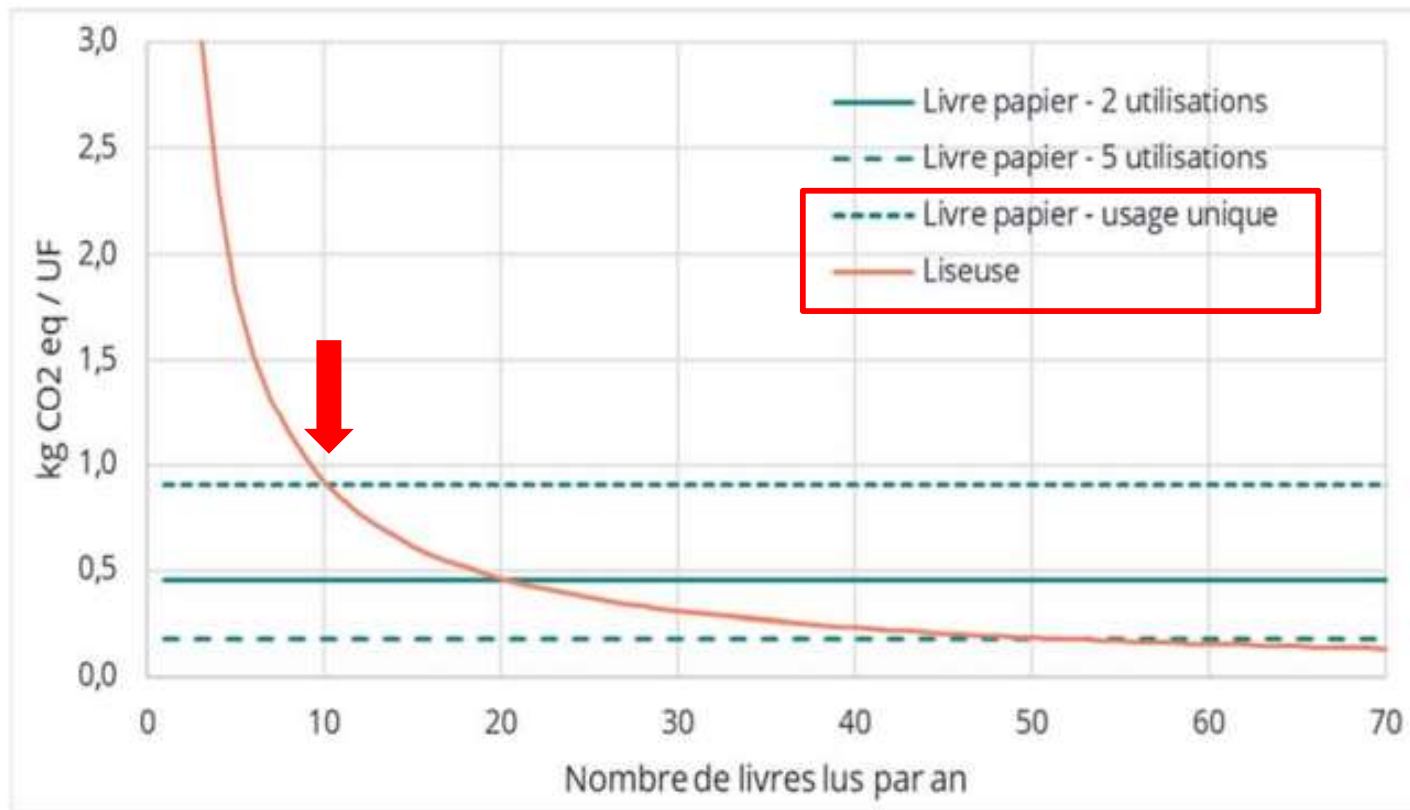


Figure 5 – Comparaison des impacts sur le changement climatique par UF entre les scénarios livre papier (usage unique, 2 ou 5 utilisations) et liseuse selon le nombre de livres lus par an.

- Scénario pour la lecture d'un livre (format roman, pas format poche) de 300 pages.
- Durée de vie de la liseuse et de la tablette : 4 ans.

Livre papier, liseuse ou lecture sur tablette (ebook) ?

- Impact dépend de l'intensité d'usage : « *il faut un usage d'au moins 41 lectures par an pour que le scénario de la liseuse numérique ait des impacts sur l'épuisement des ressources minérales et métalliques plus faibles que le scénario sur format papier (dans l'hypothèse où les livres papier sont neufs et jamais réutilisés)* » (ADEME 2022).

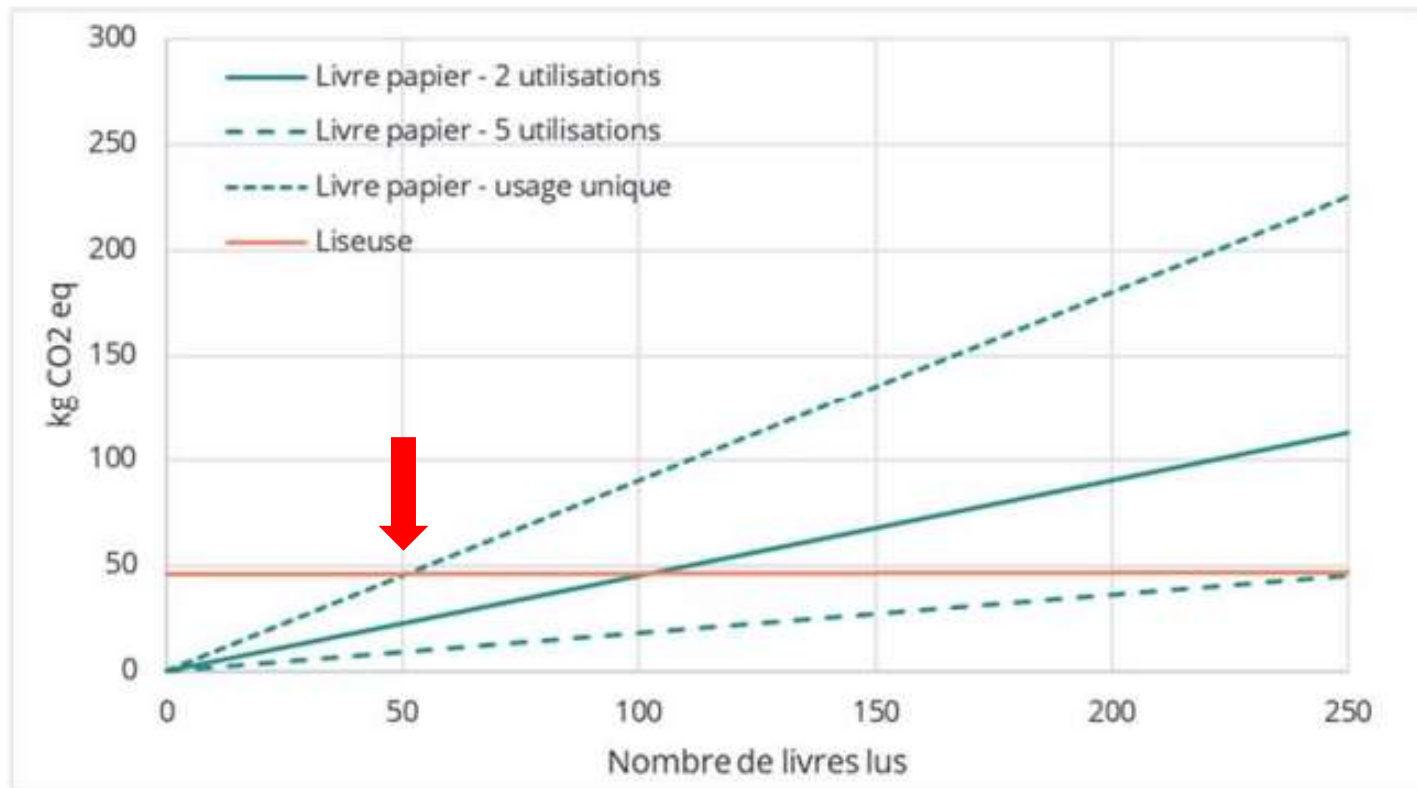


Figure 6 Analyse des points de bascule sur l'impact cumulé sur le changement climatique des scénarios livre papier (usage unique, 2 ou 5 utilisations), et liseuse, selon le nombre de livres lus

Livre papier, liseuse ou lecture sur tablette (ebook) ?

En synthèse, ces analyses montrent que la lecture sur liseuse peut être moins impactante que sur papier à partir d'un grand nombre de livres lus, d'autant plus en comparaison de livres papiers utilisés qu'à une seule occasion.

- Scénario pour la lecture d'un livre (format roman, pas format poche) de 300 pages.
- Durée de vie de la liseuse et de la tablette : 4 ans.

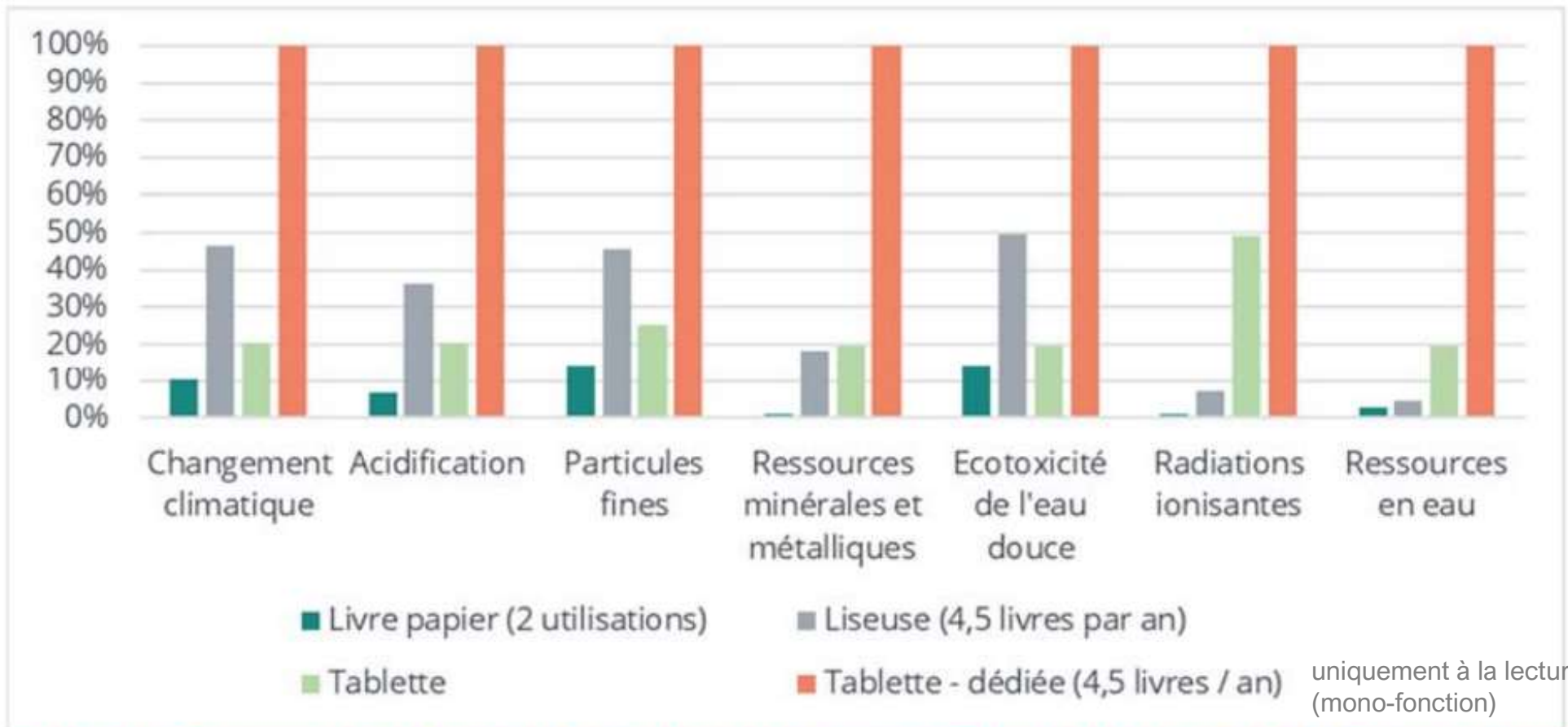


Figure 4– Comparaison des résultats environnementaux des différents scénarios pour l'UF « lire un roman de 300 pages en France en 2020 »⁵

Presse papier ou presse en ligne ?

- Expérience avec lecture du journal *Le Temps* :

Le spécialiste relate avoir poussé l'expérience jusqu'à avoir «pesé» tous les jours *Le Temps* sous sa forme papier pour estimer son empreinte carbone, puis chronométré le temps passé à lire les articles du jour sous forme numérique, soit directement sur le site, soit sous forme de PDF. Son verdict? Pour la planète, mieux vaut lire la déclinaison PDF. En deuxième position, on trouve le site web, et en troisième, le journal papier. «Ce sont surtout les pubs vidéo de la presse en ligne gratuite qui font grimper la quantité de données échangées, et donc l'empreinte carbone», poursuit-il. «On peut avoir le même ordre de grandeur de consommation que sur Netflix. Mais il est difficile de rendre un journal papier plus écologique qu'il ne l'est déjà. il y a plus de leviers pour un site d'actualités en ligne».

- Mais : le journal papier a l'avantage d'émettre une empreinte carbone unique (que l'on sait mesurer). **Une fois imprimé, il peut se conserver et se partager.**

⇒ Principe de la mutualisation des ressources !



Les astuces...



ANTI-GREENWASHING : LES GESTES À OUBLIER

- **Supprimer ses courriels** : mieux vaut ne pas en envoyer et remplacer les pièces jointes par un lien vers un site de partage/téléchargement.
- **Utiliser un moteur de recherche “éco”** : il n'existe pas de moteur de recherche “éco”. Ceux qui sont présentés comme tels (Lilo, Ecosia, etc.) ajoutent des impacts. En effet, il ne s'agit pas de “moteurs” mais de l'habillage des résultats de Google, Yahoo ou Bing, selon les cas.
Pour habiller ces résultats, ces start-up ajoutent leurs serveurs devant ceux des moteurs de recherche, sans parler de leurs bureaux, des trajets de leurs employés, etc. Les programmes de des résultats de Google, Yahoo ou Bing, selon les cas.
Pour habiller ces résultats, ces start-up ajoutent leurs serveurs devant ceux des moteurs de recherche, sans parler de leurs bureaux, des trajets de leurs employés, etc. Les programmes de compensation carbone mis en place ne compensent pas du tout les impacts ajoutés par ces entreprises à but lucratif. Mieux vaut utiliser une solution légère et qui préserve votre vie privée comme DuckDuckGo, duckduckgo.com.



<https://duckduckgo.com/>

- **Mettre en favoris** : c'est un bon réflexe mais l'effet est vraiment minime en matière de réduction d'empreinte environnementale. Il y a probablement d'autres gestes à mettre en œuvre en priorité.
- **Changer de navigateur** : c'est absolument inutile pour réduire les impacts environnementaux associés à ses usages numériques quotidiens. Cela n'a pas, ou alors vraiment très peu, d'effet. Si peu que c'est difficile voire impossible à mesurer.
- **Vider le cache du navigateur** : il ne faut surtout pas vider le cache du navigateur puisqu'il permet d'éviter de télécharger à nouveau un fichier que vous auriez déjà téléchargé !
- **Changer la résolution de la vidéo** : c'est utile si vous souhaitez contribuer
- **Vider le cache du navigateur** : il ne faut surtout pas vider le cache du navigateur puisqu'il permet d'éviter de télécharger à nouveau un fichier que vous auriez déjà téléchargé !
- **Changer la résolution de la vidéo** : c'est utile si vous souhaitez contribuer à ne pas saturer le réseau. En revanche, cela ne réduira pas votre empreinte environnementale. En effet, le taux de remplissage des “tuyaux internet” n'affecte que très peu la quantité d'impacts environnementaux associés.

3^{ème} partie



Réflexions sur des solutions envisageables au collège

Que l'Astuce soit avec vous...



... mais cela ne suffira pas !



La Folle Histoire de l'espace (Spaceballs), 1987

Formation au **Green IT** et au numérique responsable



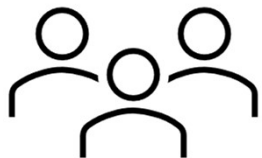
ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Accueil > Etat et droit > Gouvernement et administration

Vers un numérique plus responsable

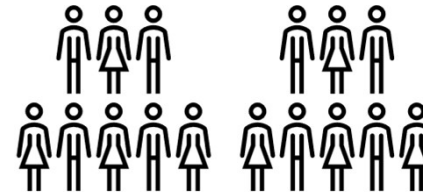
Source: Etat de Fribourg, 12 décembre 2022, <https://www.fr.ch/etat-et-droit/gouvernement-et-administration/vers-un-numerique-plus-responsable>.

- ⇒ **Sensibilisation** des collaborateurs aux enjeux environnementaux et sociaux du numérique.
- ⇒ **Culture numérique responsable** doit précéder la stratégie et la technologie responsable.



Formation externe

- Personne ressource TIC
- Groupe durabilité
- Direction



Formation interne

- Corps enseignant
- Administration
- (Elèves)

Formation au **Green IT et au numérique responsable**



⇒ **Itopie.** Formation en groupe ou individuelle, accompagnement sur les bonnes pratiques numériques : pour un numérique plus sûr, plus accessible et plus soutenable (source: <https://www.itopie.ch/informetic/bonnes-pratiques-numeriques/>).



⇒ **Circulat IT, Canopée CH.** Décarboner votre parc informatique et piloter votre stratégie Green IT en optimisant votre système d'information et en réduisant son coût (source: <http://www.canope.net/circularIT.html>).



Berne

22,23,24 Mars - Allemand
22,23,24 Avril - Anglais
22,23,24 Mai - Allemand
22,23,24 Juin - Anglais



Lausanne

22,23,24 Mars - Allemand
22,23,24 Avril - Anglais
22,23,24 Mai - Allemand
22,23,24 Juin - Anglais

CHF 1300.- / participant.



⇒ **Green IT Switzerland.** Catalogue de mesures (source: <https://greenit-switzerland.ch/app/mc-general/de/catalogue-de-mesures?lang=fr>).



⇒ **Institut du numérique responsable suisse.** Boîte à outil numérique responsable (surtout pour les développeurs) (source: <https://institutnr.ch.org/nos-ressources-numerique-responsable>).

Miser sur l'amélioration de l'efficience et de la performance des solutions high tech ?

- Tableaux interactifs, objets connectés (IoT Internet of Things), deep learning, métavers, augmentation de la puissance de router WIFI, informatique quantique, smart cities, etc.



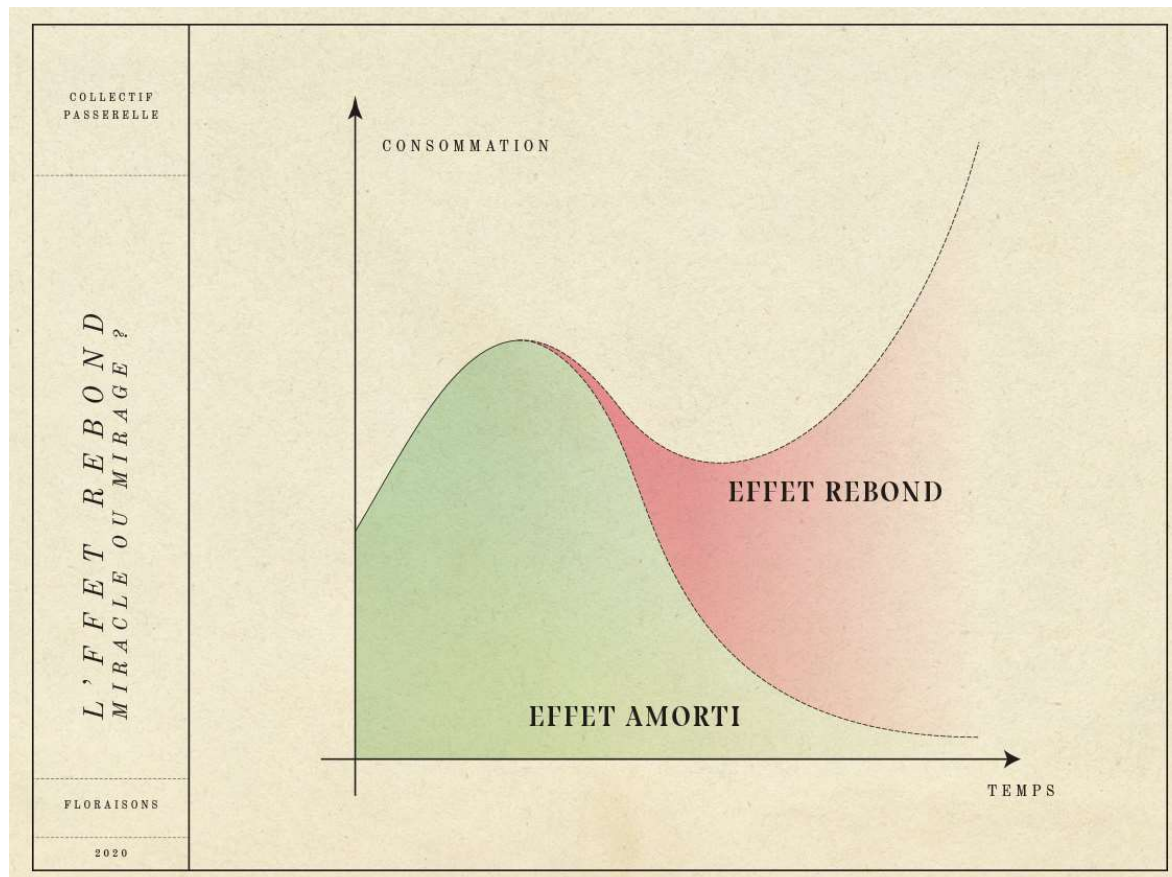
« Peut-on vraiment parler de numérique au service du vert (IT for Green) si ce dernier n'est pas, lui-même, vert (Green IT) ? »

(Source: Pitron G. 2021. L'enfer numérique, voyage au bout d'un like. Editions les Liens qui Libèrent).

Paradoxe de l'effet rebond !

- **Effet rebond** (*effet boomerang*) : « les gains énergétiques offerts par les progrès technologiques sont contrebalancés par la hausse de l'utilisation des machines et des services informatiques, conduisant alors à une consommation accrue des *ressources* » (source : Pitron G. 2021. L'enfer numérique, voyage au bout d'un like. Editions les Liens qui Libèrent).

⇒ réduction ou annihilation des gains escomptés dans certains cas !



Education à la sobriété numérique

ARTE (2020) : La face cachée des énergies vertes
(disponible sur laPlattform.ch)



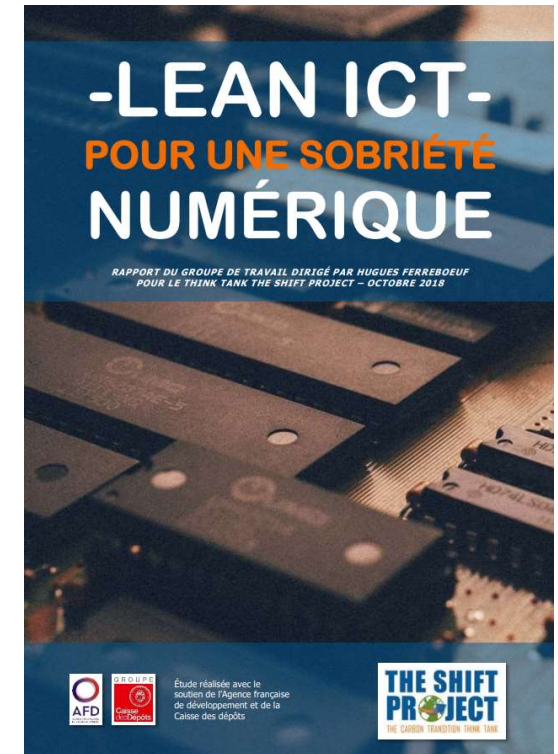
Education à la sobriété numérique

- ⇒ Sobriété ≠ abstinence
- ⇒ Mesures et pratiques quotidiennes, qui visent à réduire la consommation d'énergie et de ressources naturelles.
- ⇒ Qualitatif plutôt que quantitatif.



« Les opportunités du numérique étant précieuses, mieux les calibrer est essentiel pour en préserver l'utile. Être 'sobre' à l'échelle de notre société, c'est donc réinventer nos usages pour qu'ils soient compatibles avec les contraintes climatiques. C'est un défi stimulant, et ce rapport m'a permis de commencer à le mesurer. »

(Source: Maxime Efoui-Hess, auteur du rapport pour une sobriété numérique (2017), The Shift Project, think tank de la transition carbone, <https://theshiftproject.org/article/pour-une-sobriete-numerique-rapport-shift/>).



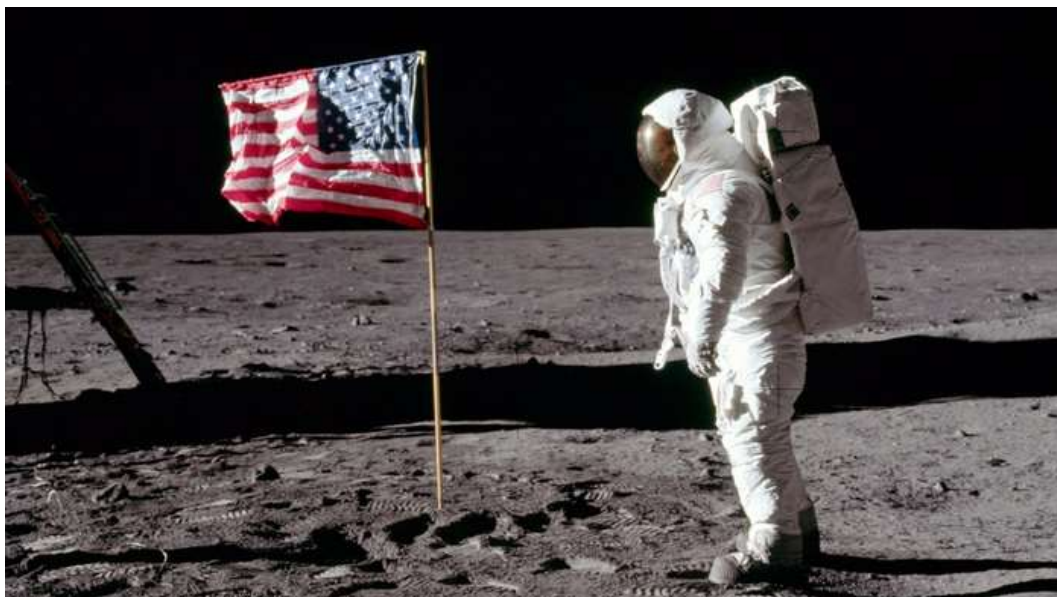
Low tech ou high tech ? Low tech ET high tech !

« L'innovation naît des contraintes que l'on se fixe. Or, notre civilisation est bien allée sur la Lune à l'aide d'un ordinateur qui serait aujourd'hui tout juste suffisant pour envoyer un e-mail. (...) Le prochain Google devra comprendre que la sobriété numérique est aussi un enjeu de compétitivité ».

(source: Bordage Frédéric, GreenIT.fr, in <https://www.heidi.news/sciences-climat/le-prochain-google-devra-avoir-compris-que-la-sobriete-numerique-est-un-enjeu-de-competitivite>).

« Il ne s'agit pas de revenir à la bougie, mais d'explorer les voies possibles vers un système économique et industriel compatible avec les limites planétaires, en développant les low tech, les «basses technologies», plus sobres et plus résilientes ».

(source: Bihouix, Philippe, 2021. L'âge des low tech, vers une civilisation techniquement soutenable. 2^{ème} édition, Editions du Seuil 295 p.).



Low tech ou high tech ?

- Le poids d'une page Web a été **multipliée par 115 entre 1995 et 2015** (source: GreenIT, in Pitron G. 2021. L'enfer numérique, voyage au bout d'un like. Editions les Liens qui Libèrent).
- Exemple : écoconception et *ethic design* de sites web (ex: low tech magazine, Wikipédia, etc.).



Rechercher sur Wikipédia



Mois d

Nous vous inv

Effet rebond (économie)

Article Discussion

☞ Pour les articles homonymes, voir *Effet rebond*.

L'**effet rebond**, dont le cas extrême est le **paradoxe de Jevons** l'utilisation d'une technologie, ces limites pouvant être monétaire découle le corollaire suivant : les économies d'énergie ou de re ou complètement compensées à la suite d'une adaptation du c et la mise à jour de stratégies et politiques énergétiques⁴, mais en lumière une influence significative de cet effet sur la consor

Principe [modifier | modifier le code]

Sommaire [masquer]

Début

Principe

▼ Définitions

Définition économique

Définition pour l'énergie

Élargissement de la définition

Effet rebond lié à la frugalité




Effet local, effet global et notion

Le site Low Tech Magazine (<https://solar.lowtechmagazine.com/fr/power.html>), qui fonctionne grâce à de l'électricité solaire produite à Barcelone. Son design est suffisamment sobre pour tenir sur un serveur hébergé uniquement approvisionné par électricité solaire

Choix des équipements

- **Les garder plus longtemps et privilégier les labels de durabilité lors de l'achat** (cf. à préciser dans les recommandations de Fritic par exemple)
 - ⇒ Utilisation d'un ordinateur **4 ans au lieu de 2 ans améliore de 50%** son bilan environnemental (source: CERPEG, [CERPEG Hygiène numérique](https://www.cerpeg.ch/fr/actualites/hygiene-numerique)).
 - ⇒ Privilégier les appareils reconditionnés.
 - ⇒ Réparer au lieu de remplacer (cf. indice de réparabilité) (source: FRC, <https://www.frc.ch/enjeu-de-la-reparabilite/>).
 - ⇒ Les recycler en fin de vie.
 - ⇒ Lutter contre l'obsolescence programmée (logicielle, culturelle et matérielle).
 - ⇒ Monitoring des usages et des durées de vie effective en milieu scolaire.

(source: CIGREF, <https://www.cigref.fr/obsolescence-logicielle-et-materielle-recommandations-et-propositions>).

Label	Appareils concernés	Signification
  EPEAT	Ordinateurs, écrans, tablettes et téléphones portables	Plus durables, économes en énergie, réparables, recyclables et respectueux de critères sociaux (exigences sur la santé et sécurité au travail). Absence ou limitation de certaines substances dangereuses pour la santé (phtalate, métaux lourds).
 TCO	Ordinateurs, écrans et tablettes	Plus durables, économes en énergie, réparables, recyclables et respectueux de critères sociaux (exigences sur la santé et sécurité au travail). Absence ou limitation de certaines substances dangereuses pour la santé (phtalate, métaux lourds).

EN SAVOIR PLUS

Pour choisir des équipements plus respectueux de l'environnement :
 Sur internet : <https://agirpoulatransition.ademe.fr/particuliers/labels-environnementaux>
 Guide Topten : www.guidetopten.fr

BYOD ou mutualisation des équipements ?

BONNES PRATIQUES

BYOD : l'usage professionnel des équipements personnels réduit-il l'empreinte écologique ?

Source: GreenIT 2015 (<https://www.greenit.fr/2011/09/30/byod-l-usage-professionnel-des-equipements-personnels-reduit-il-l-empreinte-ecologique>).

Accueil > Blogs > Bring it on

Le BYOD, un bon argument... écologique ?

Mobilité : Quand on parle du Bring Your Own Device, on l'aborde généralement du point de vue économique, sécuritaire, pratique ou juridique. Mais qu'en est-il de la question écologique ?



« Le partage d'une palette croissante de biens virtuels et physiques est la pierre angulaire d'une économie circulaire émergente qui nous permet d'exploiter bien moins de ressources de la Terre tout en transmettant ce qui n'est pas utilisé à d'autres, réduisant alors considérablement les émissions de carbone. L'économie collaborative est une caractéristique essentielle du New Deal Vert » (Jeremy Rifkin).

(Source: Rifkin Jeremy (2019), le New Deal Vert mondial, pourquoi la civilisation fossile va s'effondrer d'ici 2028. Le plan économique pour sauver la vie sur Terre. Editions L Les Liens qui Libèrent, ISBN 979-10-209-0762-2).

Quelques idées pour le collège

Stratégie numérique

- ⇒ **Stratégie suisse numérique** vise à ce que l'ensemble de la population de la Suisse profite d'une transformation numérique durable et responsable (en ligne : <https://digital.swiss/fr/>).

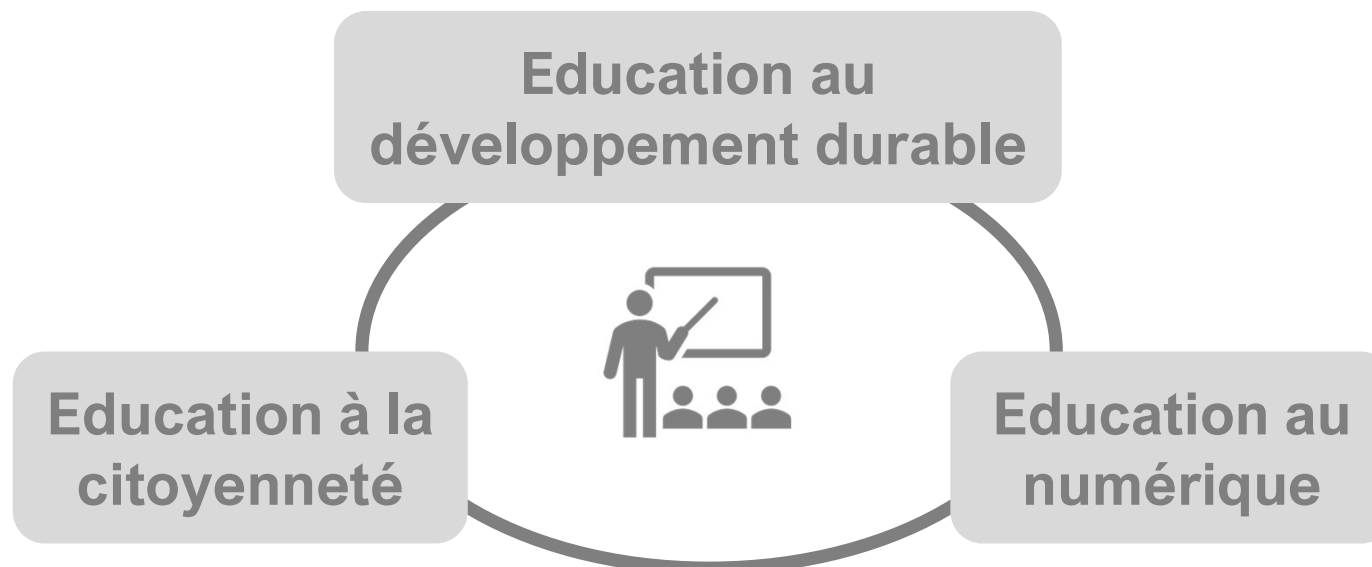
Formation

- ⇒ Création d'un groupe de réflexion en vue de la rédaction d'un **guide des «bonnes» pratiques** basé sur une revue de la littérature scientifique.
- ⇒ **Journée de formation en début d'année** (utilisation d'Office 365, mots de passe... mais aussi présentation des effets positifs et négatifs du numérique en matière pédagogique, sanitaire et environnementale).

Quelques idées pour le collège : **sensibilisation**

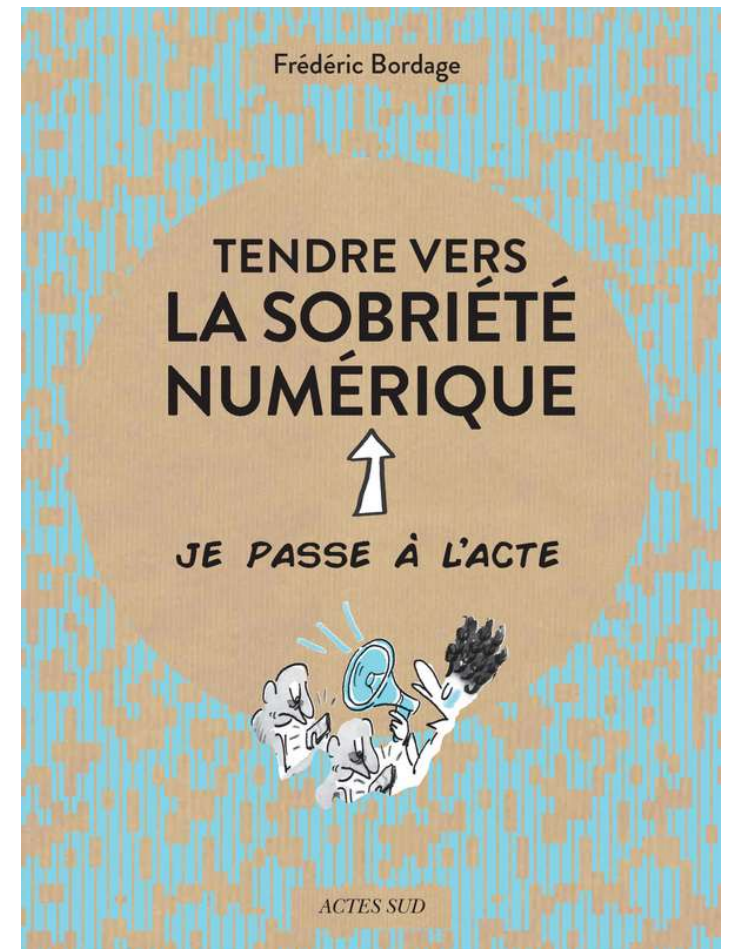
- ⇒ Sensibiliser les élèves aux **questions de durabilité et autre en lien avec l'utilisation du numérique.**
 - ⇒ Par ex. **Débats interdisciplinaires** en lien avec le numérique (high tech ou low tech, école dans le métavers, IA, cloud souverain, etc.)
 - ⇒ cf. sélection interne de la Jeunesse Débat par ex., etc.

Compétences transversales et défis sociétaux dans le cadre de l'évolution de la maturité gymnasiale



Quelques idées pour le collège : passage à l'action

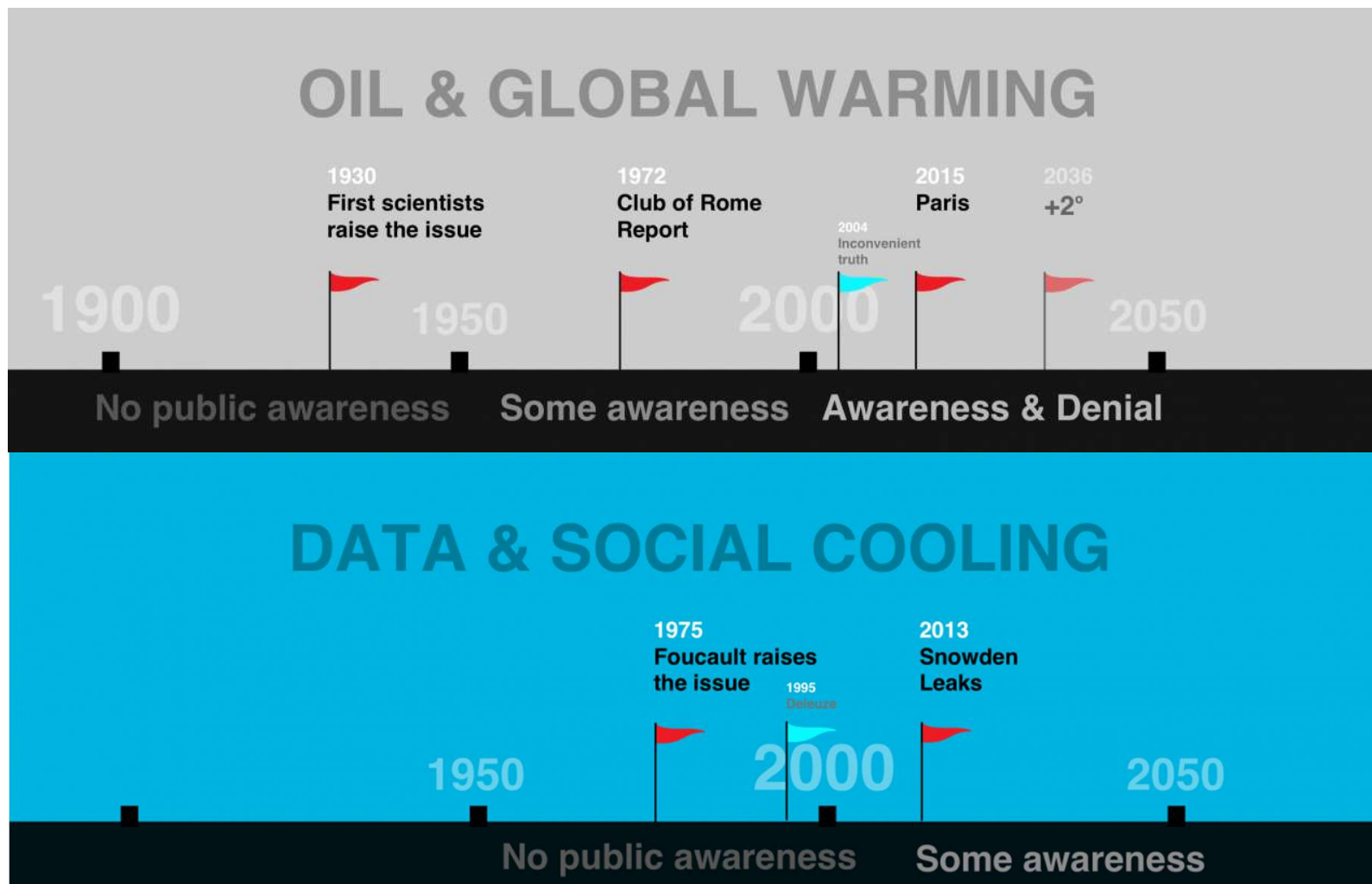
- ⇒ Développer une **science des solutions**.
- ⇒ Nécessité d'une **approche « positive » et non-partisane** en matière d'éducation numérique (y.c. pour l'utilisation non scolaire).
- ⇒ Exemple : challenge numérique durable par classe ou individuel, projet de recherche, etc.



L'apprentissage à la déconnection

(Source : Bio-Eco, 2019, <https://www.bio-eco.ch/post/02-12-technologies-num%C3%A9riques-r%C3%A9chauffement-climatique-et-refroidissement-social>).

- Education au numérique passe aussi par l'apprentissage à la **déconnexion** !
- Limiter le réchauffement climatique éviter le refroidissement social.



(source: <https://www.socialcooling.com/>).

Take home message 1/3

- **Faire une pesée des intérêts entre l'impact environnemental du numérique et la plus-value pédagogique :**
 - ⇒ Chaque outil, que ce soit le numérique ou l'impression papier, a ses arguments, ses avantages, ses inconvénients ainsi que ses innovations.



Google Earth



Take home message 2/3

- **Sensibilisation sur l'impact réel du numérique :**
 - ⇒ Une consommation immatérielle qui masque une pollution matérielle considérable.
 - ⇒ Nécessité d'une pensée systémique et de débats.

- **Apprendre les «bonnes pratiques» et la sobriété numérique :**
 - ⇒ Ne pas céder aux sirènes du tout technologique (low tech et high tech, script papier ou en ligne, etc.) !
 - ⇒ Allonger la durée de vie du matériel (appareils reconditionnés, équipement durable et réparable).
 - ⇒ Maîtriser ses usages (professionnels et privés).
 - ⇒ Ne pas condamner le papier (qui est souvent mieux en matière de durabilité).
 - ⇒ S'aménager des places sans numérique et sans connexion.

Take home message 3/3

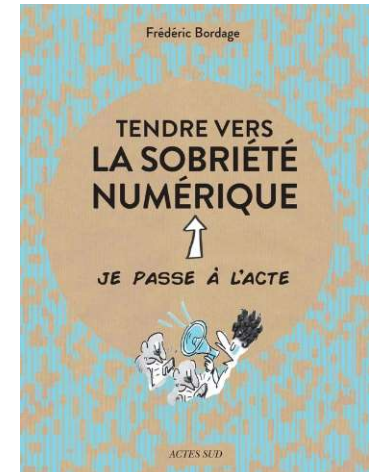
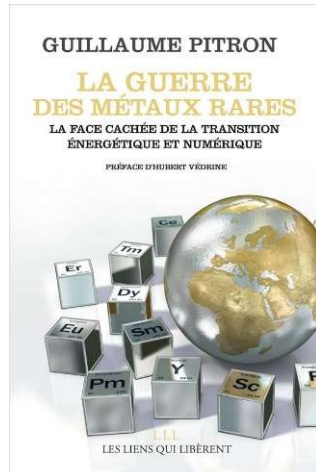
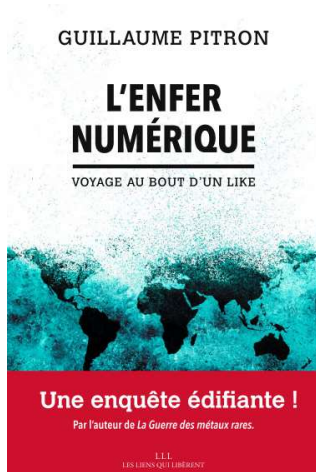
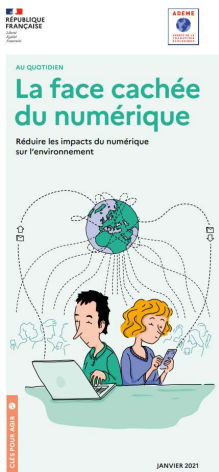
▪ «Techno-discernement» et résilience

⇒ Hybridation d'un large éventail de solutions (analogie avec l'énergie : développement des énergies renouvelables ET des négawatts)

⇒ Faudra t'il hiérarchiser les usages pour continuer à utiliser le numérique ?

«Car voilà une des clés : il ne s'agit pas de réaliser un «retour en arrière», mais de fonder de nouvelles pratiques sur le formidable corpus de connaissances et d'expériences que nous avons pu accumuler jusqu'à présent.»

(source: Bihouix, Philippe, 2021. L'âge des low tech, vers une civilisation techniquement soutenable. 2^{ème} édition, Editions du Seuil295 p.).



Merci de votre attention

« Nous louons les anciens, mais nous sommes de notre temps : pour une utilisation raisonnable, éclairée et durable du numérique au collège.... »

... mais surtout joyeuse et positive pour nos élèves. A consommer avec modération, santé ! ».

