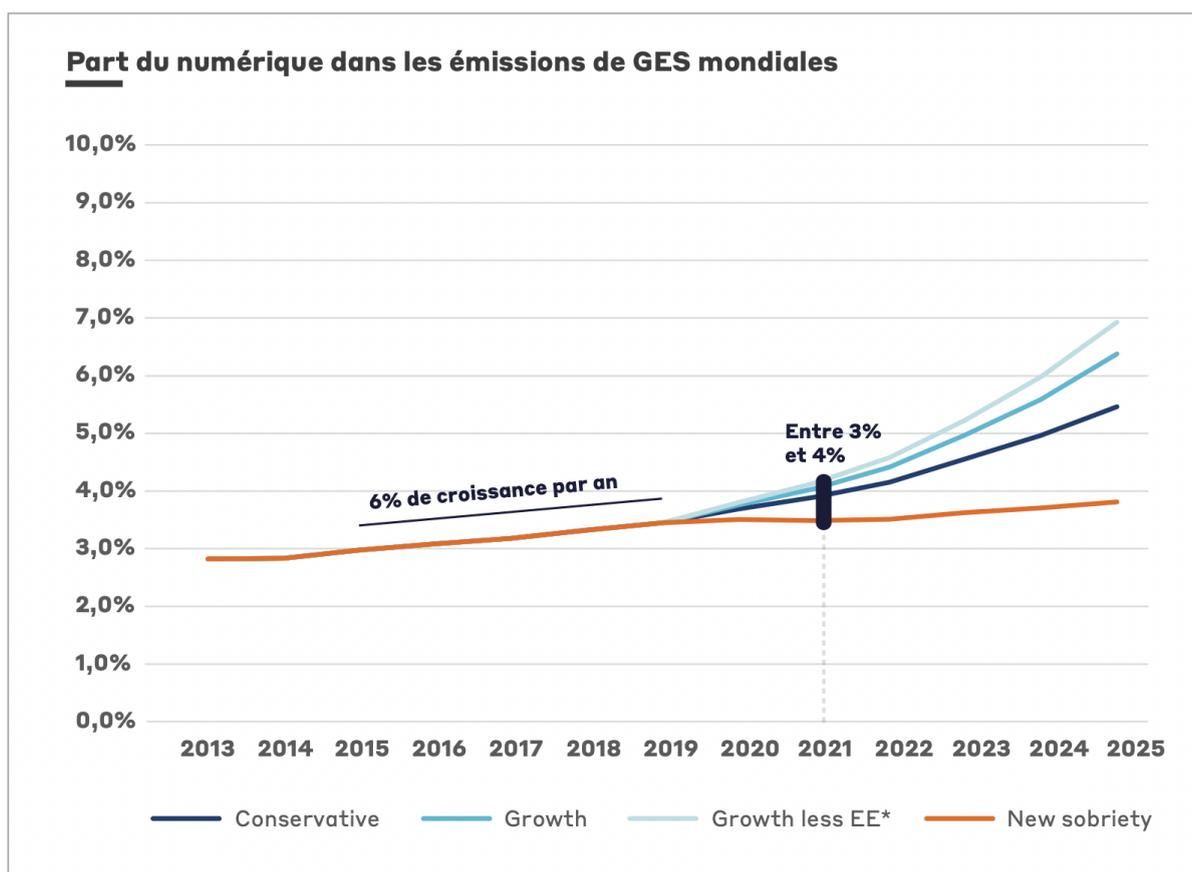


# Les impacts environnementaux et sociaux du numérique

## Introduction de la thématique

Les technologies de l'information et de la communication – plus souvent résumées sous l'appellation "monde numérique" - sont responsables d'environ 4% des gaz à effet de serre au niveau mondial. De plus, elles ne sont pas dématérialisées, comme on pourrait l'imaginer. De plus, c'est un secteur en forte croissance (6-8% par an), ce qui occasionne des impacts environnementaux et sociaux, encore trop peu connus du grand public.



**Figure 1 : Évolution 2013-2025 de la part du numérique dans les émissions de GES mondiales** (The Shift Project – Forecast Model 2021)

\* Growth less Energy Efficiency (traduction : croissance avec un ralentissement des gains d'efficacité énergétique)

Il est donc important d'aborder cette thématique dès le plus jeune âge, afin de sensibiliser les utilisateurs, surtout les jeunes générations ayant grandi avec cette technologie du

numérique. Il s'agira de leur apporter une prise de conscience de cette matérialité et des actions réalisables concrètement à l'échelle individuelle et à l'échelle collective (de la classe, de leur entourage ou de la société) afin d'en diminuer les impacts. Cette activité de "Cartographie des impacts environnementaux du numérique" a ainsi pour objectif cette prise de conscience et, pourquoi pas, une incitation à agir.

# 1. Les équipements du numérique

## 1) De multiples usages

Les technologies numériques recouvrent les outils qui permettent la réalisation de pratiques dans notre société contemporaine, et leurs usages sont nombreux :

- communiquer ;
- s'informer ;
- stocker ;
- commercer ;
- se divertir ;
- travailler ;
- créer ;
- apprendre.

Cette classification des usages du numérique est simplifiée, et n'a pas pour but de préciser les applications très diverses de ces outils dans notre société.

En outre, objets connectés, blockchain, intelligence artificielle, humain augmenté, cloud gaming, 5G, véhicule autonome, réalité augmentée, robots, smart cities, etc. sont l'objet d'investissements considérables. Utiles ou futiles, des nouveaux usages du numérique se développent de manière exponentielle et avec eux les impacts liés à l'environnement, entre autres en termes d'alimentation énergétique et d'approvisionnement en ressources pour les produire et les faire fonctionner.

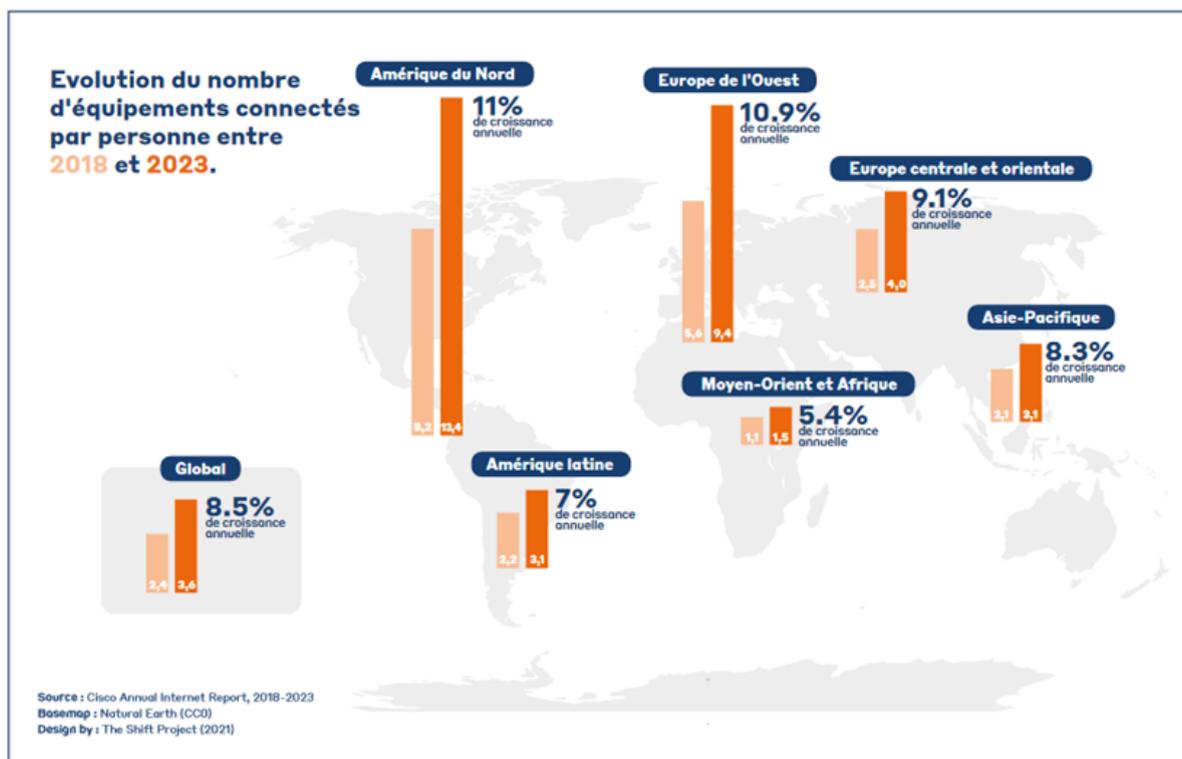
## 2) Des infrastructures gigantesques

Le monde numérique est loin d'être dématérialisé comme on pourrait avoir tendance à le croire. Il est constitué d'ordinateurs, d'écrans, de smartphones, d'objets connectés, de millions de kilomètres de câbles en cuivre et de fibres optiques, de milliers de centres de données et serveurs, de milliards de chargeurs de téléphones, etc.

Il est possible de classer les différents équipements numériques selon **trois grandes catégories**, à savoir :

- a) les équipements utilisateurs ;
- b) les infrastructures de réseaux ;
- c) les centres de données (ou datacenters).

a) Les **équipements utilisateurs** sont “en bout de chaîne” utilisés par chacun d'entre nous. Omniprésents dans notre quotidien (ordinateurs, téléphones, télévisions, tablettes, imprimantes, caméra de surveillance, objets connectés, console de jeux vidéo, écrans publicitaires, robots, etc.), ils sont très nombreux et en forte croissance. En 2019, on dénombrait plus de **34 milliards d'équipements** pour **4,1 milliards d'utilisateurs** (plus de la moitié de la population mondiale), soit environ 4 équipements par utilisateur. Ce taux d'équipement et son taux de croissance varie fortement selon les zones géographiques.



b) Les **infrastructures de réseaux** sont variées et, si certaines sont visibles (routeurs, box internet, antennes-relais), d'autres passent plus inaperçues (câbles terrestres et sous-marins, satellites).

c) Les **centres de données** (souvent nommés par leur anglicisme *datacenters*) sont des lieux de stockage et de traitement des données. Ils sont composés principalement de serveurs, actifs en permanence et qui fonctionnent à l'électricité, bien que parfois rendus très efficaces en termes d'économie d'énergie et/ou alimentés par le biais d'énergies renouvelables, ces centres pèsent un poids non négligeable dans notre consommation d'électricité. Ils nécessitent en outre une affectation du sol à cet usage, ainsi que l'utilisation de grande quantité d'eau pour les refroidir. Le nombre de données à traiter et stocker étant en augmentation constante, les centres de données suivent cette même tendance.

À noter que ce qu'on appelle **Internet** correspond à un réseau d'informatique mondial et interconnecté. Sa présence concrète se manifeste par, d'un côté, les équipements

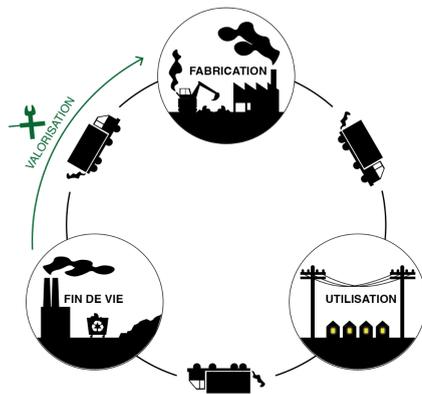
numériques utilisateurs, et, de l'autre, les infrastructures de réseaux et les centres de données.

## 2. Durabilité du numérique

La sollicitation des technologies numériques dans tous les domaines entraîne un coût, notamment environnemental et social, qui est encore bien souvent caché aux utilisateurs et dont ils peinent à prendre conscience.

### 1) Cycles de vie des équipements numériques

#### Cycle de vie d'un produit



Tous les équipements numériques peuvent se décomposer en **cycle de vie**, c'est-à-dire toutes les étapes par lesquelles passe un produit. On peut synthétiser ce cycle en **trois grandes phases** :

- 1) la fabrication ;
- 2) l'utilisation ;
- 3) la fin de vie (élimination ou valorisation).

Ces trois étapes peuvent être détaillées elles-mêmes en sous-opérations (extraction de ressources, transformation, assemblage, collecte des déchets, etc.) et de nombreux transports sont nécessaires entre chaque étape du cycle de vie d'un produit. Transports qui génèrent eux-mêmes des impacts.

Les encadrés suivants permettent de visualiser la répartition des impacts environnementaux par catégorie du numérique et par étape du cycle de vie - limité pour simplification ici à l'énergie primaire consommée et aux émissions de gaz à effet de serre.

### Bilan Énergie primaire

Pour rappel, une source d'**énergie primaire** est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'**énergie secondaire** pour être utilisable et transportable facilement.

	Fabrication	Utilisation	Fin de vie*	Total
Equipements utilisateurs	30%	30%	Données manquantes	60%
Infrastructures de réseaux	3%	20%	Données manquantes	23%
Centres de données	2%	15%	Données manquantes	17%
Total	35%	65%		

\*Fin de vie : La fin de vie des équipements n'a pas pu être prise en considération dans l'étude de référence dont sont tirées les tableaux car aucun facteur d'impact fiable n'existe à l'échelle internationale.

Source : rapport GreenIT.fr "Empreinte environnementale du numérique mondial", 2019

Constat : la consommation d'énergie primaire est principalement due à la fabrication des équipements utilisateur et à la production de l'électricité pour l'utilisation des équipements utilisateur.

### Bilan Gaz à effet de serre (GES)

Pour rappel, les gaz à effet de serre retiennent dans l'atmosphère terrestre le rayonnement solaire qui est en grande partie absorbé puis émis par la surface terrestre. Ce phénomène appelé "effet de serre" contribue à réchauffer la Terre et à y maintenir une température qui la rend habitable pour de nombreuses espèces animales, y compris les humains. Cependant, une concentration excessive de GES dans l'atmosphère augmente cet effet et donc le réchauffement et contribue au dérèglement climatique que nous vivons actuellement. Le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) est le principal GES mais il en existe d'autres avec des potentiels de réchauffement plus élevés (et diverses durées de séjour dans l'atmosphère) tels que le protoxyde d'azote, le méthane, les gaz fluorés, etc.

	Fabrication	Utilisation	Fin de vie*	Total
Equipements utilisateurs	40%	26%	Données manquantes	66%
Infrastructures de réseaux	3%	16%	Données manquantes	19%

Centres de données	1%	14%	Données manquantes	15%
Total	44%	56%		

\*Fin de vie : La fin de vie des équipements n'a pas pu être prise en considération dans l'étude de référence dont sont tirées les tableaux car aucun facteur d'impact fiable n'existe à l'échelle internationale.  
Source : rapport GreenIT.fr "Empreinte environnementale du numérique mondial", 2019

Constat : les émissions de GES sont principalement dues à la fabrication des équipements utilisateurs, puis à la production de l'électricité pour l'utilisation de ces équipements utilisateurs.

## 2) Les impacts environnementaux et sociaux

Les impacts environnementaux et sociaux sont nombreux.

C'est **l'étape de fabrication** de nos équipements numériques qui concentre le plus d'impacts. En effet, cette phase nécessite à la fois de l'énergie et des ressources naturelles, notamment des métaux. L'extraction et la transformation de ces matières premières génèrent de nombreux impacts environnementaux (pollution des eaux, de l'air et des sols, (sur)consommation des sols et des ressources, destruction de la biodiversité, stress hydrique, dérèglement climatique, etc.) et sociaux (impacts des pollutions sur la santé humaine : cancers, problèmes respiratoires, intoxications, etc. ; conditions de travail "inhumaines" : travail d'enfants, travail forcé, salaires insuffisants, absence de protections, insécurité, danger, etc. ; pénurie et concurrence de ressources : conflits armés et tensions géopolitiques, etc.).

De par leur nombre - 34 milliards dans le monde et cela ne fait qu'augmenter -, ce sont plus précisément les équipements utilisateur qui sont la principale source d'impacts du numérique mondial mobilisant donc une grande part de l'énergie primaire et l'essentiel des ressources naturelles utilisées par le numérique. Si on y ajoute les impacts associés à la production de l'électricité qu'ils consomment, **les équipements utilisateurs totalisent environ 80% des impacts !**

D'où l'importance de prolonger la durée de vie de nos équipements numériques comme action possible afin d'éviter l'empilement des technologies au niveau sociétale et l'accumulation et/ou sur-équipement au niveau individuel.

**L'étape d'utilisation** des équipements numériques nécessite de l'électricité pour fonctionner. Produire de l'électricité à un coût environnemental, quelle que soit la technologie employée (énergie renouvelable ou non).

L'utilisation du numérique consomme à l'heure actuelle environ **10% de l'électricité mondiale**, et ce chiffre risque d'augmenter fortement dans les prochaines décennies à cause de l'accroissement du nombre d'utilisateurs et de leurs usages.

L'impact environnemental de cette étape dépend pour beaucoup du mix énergétique du pays en question. En Suisse, l'énergie consommée est majoritairement d'origine renouvelable. Cependant, nous continuons à produire une partie de notre électricité de manière non-renouvelable via nos centrales nucléaires et d'en importer de l'étranger issu d'énergie fossile (notamment de l'Allemagne provenant de ses centrales à charbon).

Et il reste qu'à l'échelle mondiale, la très grande majorité (**plus de 70%**) de l'électricité produite et consommée est encore issue des énergies fossiles (charbon, gaz naturel, pétrole) ou nucléaire.

Il est nécessaire de garder en tête que produire de l'électricité à un coût environnemental, quelle que soit la technologie employée (énergie renouvelable ou non). Ainsi, le mieux reste de ne pas la produire et pour cela il est nécessaire de réduire sa consommation d'électricité à la source.

**L'étape de fin de vie** est importante afin de limiter au minimum les impacts. En effet, une fois l'équipement en fin de vie, il devient un déchet d'équipement électrique et électronique (DEEE) qu'il est important de collecter et de traiter dans une filière de recyclage. Cela dans le but de récupérer un maximum de composants afin d'éviter d'extraire des ressources supplémentaires lors de la phase de fabrication et de réduire certaines pollutions que certains composants électroniques peuvent générer en fin de vie. Malgré tout, il n'est pas la solution vu ces nombreuses limites : faible taux de collecte des déchets électroniques, faible taux de recyclage des matériaux et décyclage. Seuls 17% des déchets électroniques sont recyclés.

A savoir que la majorité des déchets électroniques ne finissent pas au recyclage mais sont incinérés, enfouis ou introduits dans des circuits illégaux. Plus précisément, c'est entre 60 à 70 % des déchets électroniques mondiaux qui font l'objet d'un trafic illégal, c'est-à-dire qu'ils sont envoyés dans des pays dits "en voie de développement" pour être soi-disant "recyclés" mais dans lesquels aucune garantie ni contrôle de ce traitement n'est effectué. Dès lors, ces déchets finissent souvent en décharge sauvage à ciel ouvert très polluante après avoir été traités en petite partie dans des conditions humaines désastreuses par des populations locales pauvres chargées illégalement d'en extraire quelques éléments de valeurs.

Les **étapes de transports** ont globalement peu d'impacts par rapport aux autres phases. Cependant, les transports restent nombreux et à chaque étape du cycle de vie d'un équipement: par exemple, pour rassembler les divers composants d'un équipement numérique, pour distribuer l'équipement à son emplacement final ou encore pour collecter les composants à recycler de cet équipement.

En conclusion, chaque étape du cycle de vie (fabrication-utilisation-fin de vie) d'un équipement numérique implique de nombreuses activités auxquelles s'associeront de

multiples impacts environnementaux et sociaux, souvent peu connus des utilisateurs du numérique que nous sommes.

### 3) Hiérarchisation des sources d'impacts

La hiérarchie des sources d'impacts par ordre décroissant d'importance (en 2019) :

1. la fabrication des équipements utilisateurs ;
2. l'utilisation (consommation électrique) des équipements utilisateurs ;
3. l'utilisation (consommation électrique) des infrastructures de réseau ;
4. l'utilisation (consommation électrique) des centres de données ;
5. la fabrication des équipements des infrastructures de réseau ;
6. la fabrication des centres de données et ses équipements (serveurs).

Source : rapport GreenIT.fr "Empreinte environnementale du numérique mondial", 2019

## 3. Actions possibles

Les solutions face à ces problématiques complexes existent et permettent d'agir à plusieurs niveaux. Pour simplifier, il a été choisi de se concentrer sur les actions qu'il est possible de mettre en œuvre à l'échelle des élèves. Il a donc été omis volontairement un bon nombre de solutions (à portée plus sociétale, industrielle, etc.). Mais l'enseignant peut les aborder avec les élèves s'ils sont intéressés.

Les **actions possibles** sont classées selon les catégories suivantes.

### 1) Allonger la durée de vie des équipements numériques

En effet, faire durer les équipements numériques plus longtemps permet d'en acheter moins et donc d'en produire moins. Cela contribue à réduire fortement l'impact vu que c'est la phase de fabrication qui est la plus impactante, comme vu précédemment.

Les actions concrètes possibles dans ce sens :

- prendre soin des équipements (protection et entretien) ;
- réparer les équipements ;
- acheter d'occasion ;
- donner une seconde vie aux équipements inutilisés ;
- recycler les équipements inutilisables ;
- etc.

### 2) Réduire la quantité d'équipements numériques

Dans cette même perspective de produire moins et ainsi de diminuer les impacts au niveau

de la fabrication. Une réduction du nombre et de la taille des équipements est le meilleur moyen.

Les actions concrètes possibles dans ce sens :

- réduire le nombre et la taille des écrans ;
- mettre en commun les équipements ;
- renoncer à un achat si un autre équipement permet un même usage ;
- etc.

### 3) Réduire la consommation électrique lié au numérique

Pour réduire la consommation électrique et donc diminuer les impacts dans la phase d'utilisation, il est important de mettre en place certaines bonnes pratiques au quotidien dans nos usages du numérique.

Les actions concrètes possibles dans ce sens :

- limiter la consommation de vidéo en ligne ;
- éteindre les équipements ;
- sauvegarder les données en local ;
- supprimer les données inutilisées ;
- privilégier un accès à Internet par câble ou wi-fi ;
- etc.

### 4) Revoir et raisonner les usages du numérique

Finalement, une supra-catégorie plus réflexive permettant d'aborder la notion de sobriété numérique est proposée. Il s'agit dans cette catégorie de se questionner sur les usages et achats du numérique au quotidien pour effectuer des choix et réduire le superflu.

Les actions concrètes possibles dans ce sens :

- appliquer une démarche de sobriété ;
- dénumériser certaines activités ;
- requestionner les besoins de numérique ;
- réapprendre à communiquer sans numérique ;
- faire une "détox digital" ;
- etc.

## Conclusion

Pour conclure **les messages - simplifiés** - sont les suivants :

- 1) Le numérique n'est pas dématérialisé. Il y a des impacts environnementaux et sociaux derrière.
- 2) En prendre conscience est un premier pas pour agir.

- 3) La phase de fabrication des équipements numériques est une étape très impactante.
- 4) Une action possible pour agir est de prolonger la durée de vie des équipements (en les protégeant, réparant, ré-employant, etc.).
- 5) L'idée n'étant pas d'arrêter complètement d'utiliser les technologies numériques, mais d'avoir conscience de ces impacts négatifs et pouvoir ainsi chercher un équilibre dans ses usages et achats de numérique.
- 6) La sobriété numérique, c'est justement une utilisation raisonnée et raisonnable du numérique passant par le re-questionnement de nos besoins de numérique en général (et en particuliers de nos usages et achats de numérique).

## Pour aller plus loin dans cette thématique

Les ressources disponibles pour l'enseignant.e afin d'approfondir ses connaissances sur la thématique.

Formations MOOC :

- INRIA, FUN MOOC français sur les impacts environnementaux du numérique : <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/impacts-environnementaux-du-numerique/>
- INR, MOOC Numérique responsable : <https://www.academie-nr.org/#mooc-nr>

Conférences :

- Conférence de Françoise Berthoud " Le numérique : menace ou espoir pour l'environnement ? " : <https://www.youtube.com/watch?v=b8yL-ikvszE>
- Conférence de Frédéric Bordage "Impact environnemental du numérique : les clés pour comprendre et agir" : [https://www.youtube.com/watch?v=C\\_2Frm9cOBU](https://www.youtube.com/watch?v=C_2Frm9cOBU)

Podcasts et émissions :

- Podcast Tribu de la RTS sur la Pollution du numérique (Interview de Frédéric Bordage) : <https://www.rts.ch/audio-podcast/2021/audio/la-pollution-numerique-25765733.html>
- Emission radio Forum de RTS avec Guillaume Pitron : <https://www.rts.ch/audio-podcast/2021/audio/le-grand-debat-le-numerique-est-il-l-ennemi-de-la-planete-25220785.html>
- Emission ABE de la RTS sur le coût écologique du numérique <https://www.rts.ch/play/tv/a-bon-entendeur/video/tout-numerique-le-cout-ecologique-du-clic?urn=urn:rts:video:11571874>

Livres vulgarisés grand public :

- Frédéric Bordage "Sobriété numérique : Les clés pour agir"
- Frédéric Bordage "Tendre vers la sobriété numérique : Je passe à l'acte"

Articles et rapports :

- Explications sur l’empreinte environnementale du secteur numérique :  
<https://gauthierroussilhe.com/post/explication-empreinte.html>
- Rapport de l’étude, “Empreinte environnementale du numérique mondial” :  
[https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude-EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude-EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)
- Publication du rapport The Shift Projet, “déployer la sobriété numérique” :  
<https://theshiftproject.org/article/deployer-la-sobriete-numerique-rapport-shift/>
- Institut Rousseau, “Face au poids croissant du numérique : l’impératif de sobriété” :  
<https://www.institut-rousseau.fr/face-au-poids-croissant-du-numerique-limperatif-de-sobriete/>
- Article de vulgarisation de Solange Ghernaoui “Un monde virtuel, une pollution bien réelle”  
<https://wp.unil.ch/allezsavoir/un-monde-virtuel-une-pollution-bien-reelle/>
- Article de vulgarisation grand public de France Nature et environnement “Equipements numériques impacts et bonnes pratiques”  
<https://fne.asso.fr/dossiers/equipements-numeriques-impacts-et-bonnes-pratiques>