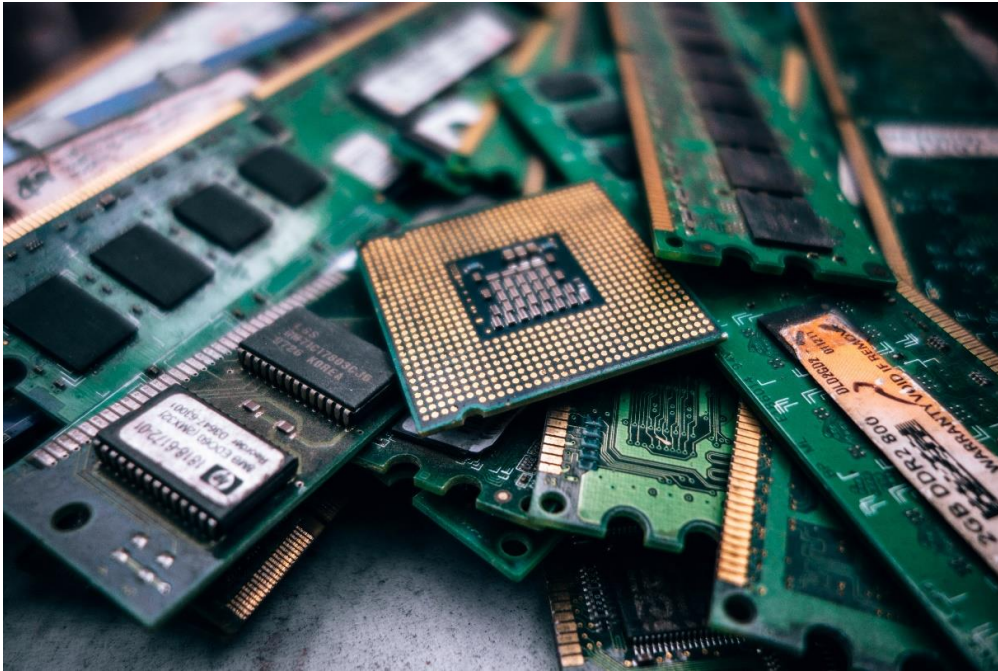


Pollution numérique : quel impact environnemental ?



Utilité de l'article : Cet article tente d'aborder l'impact environnemental du secteur numérique, fort consommateur d'énergie par le concept de pollution numérique. L'empreinte carbone du secteur numérique ne cesse de croître : via la fabrication d'appareils électroniques, la multiplication des usages et la gestion de la fin de leur vie, le numérique participe à la pollution de l'environnement. Le concept d'écologie digitale, encore peu connu, permet de sensibiliser l'ensemble des acteurs économiques sur l'importance de la rationalisation des usages du numérique, afin de favoriser la transition écologique.

Résumé :

- La transition numérique est un outil incontournable pour la croissance économique et le développement social. Son impact sur l'économie mondiale a donné lieu à une nouvelle révolution industrielle ;
- Cependant, il semblerait qu'une expansion du numérique se combine avec une forte augmentation de l'empreinte énergétique du secteur lui-même. Loin d'être virtuel ou immatériel, le secteur numérique est très intensif en énergie et fort consommateur de ressources naturelles non renouvelables ;
- La pollution numérique concerne la pollution des nouvelles technologies au travers du fonctionnement global du réseau internet, de la fabrication des outils numériques et de leurs usages ;
- L'écologie numérique est un axe majeur à développer pour rationaliser les usages, favoriser la réduction de la consommation énergétique et garantir la transition écologique.

Mots clés : transition écologique, pollution numérique, économie numérique, industrie 4.0, écologie digitale, environnement, numérique

Nombreux sont les impacts positifs du numérique en faveur de la transition écologique mondiale : le numérique est identifié comme un levier de croissance économique, de développement social et environnemental, il favorise l'efficacité énergétique et contribue à la diminution de l'empreinte carbone par l'optimisation des modes de consommation et des processus de production, ainsi que par la dématérialisation et le partage d'information et de connaissances.

Seulement, le secteur numérique n'est pas un secteur virtuel ou immatériel, en ce qu'il est très énergivore et requiert pour la production de nombreuses ressources naturelles non renouvelables. La consommation énergétique qui provient de la fabrication, des usages et de fin de vie des dispositifs électroniques a en effet un réel impact défavorable sur l'environnement. Cette pollution numérique, ou digitale, est devenue un enjeu écologique majeur, qui a fait naître le concept d'écologie digitale.

1. Transition écologique et révolution numérique

La transition écologique et la révolution numérique vont généralement de pair. La transition numérique est un outil incontournable pour la croissance économique et le développement social. Son impact sur l'économie mondiale a donné lieu à une nouvelle révolution industrielle. Tel que cité dans l'article « [De la transformation numérique à l'industrie 4.0](#) », la transition numérique engendre des changements sur l'économie, en témoigne, par exemple, de nouveaux concepts pour optimiser le fonctionnement des entreprises : le cloud¹, l'internet des objets, la blockchain et l'intelligence artificielle sont parmi les principales innovations technologiques marquant les tendances actuelles. Vastes sont la littérature et les exemples pour expliquer les impacts positifs du numérique dans le tissu des entreprises, et le développement économique et social : mais qu'en est-il du numérique et de sa contribution sur la transition écologique ?

Sur le plan environnemental, **le numérique peut être considéré comme un outil favorisant la transition écologique**, en ce qu'il peut contribuer à la diminution considérable de consommation d'énergie dans différents secteurs d'activité.

Le concept de « **smart** » (*i.e.* smart city (infrastructures), smart santé (services), smart grid (énergie), smart farming (agriculture), smart transport (mobilité connectée), smart buildings (bâtiments) etc.) est en effet de plus en plus présent dans l'actualité économique : il fait référence à l'utilisation du numérique afin de rendre le fonctionnement d'une industrie, l'inter-connectivité, le partage d'informations, l'opérabilité et les processus de production plus intelligents - avec pour objectif d'optimiser l'utilisation énergétique, de diminuer l'empreinte carbone et d'allouer les ressources en rationalisant les usages et en répondant à un besoin et à une utilité à temps réel.

Tel que le souligne le livre blanc « Numérique et Environnement² », le numérique aide à

¹ Le Cloud Computing est l'accès via un réseau de télécommunications, à la demande et en libre-service, à des ressources informatiques partagées configurables. [AFG 2017](#)

La Blockchain est une technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle. Par extension, une Blockchain constitue une base de données qui contient l'historique de tous les échanges effectués entre ses utilisateurs depuis sa création. Cette base de données est sécurisée et distribuée : elle est partagée par ses différents utilisateurs, sans intermédiaire, ce qui permet à chacun de vérifier la validité de la chaîne. [AFG 2017](#)

L'Internet des objets (IdO) est une « infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution. [FuturaTech](#)

² Iddri, FING, WWF France, GreenIT.fr (2018). Livre Blanc Numérique et Environnement

« l'amélioration du fonctionnement des réseaux énergétiques, à la pénétration des énergies renouvelables, à l'effacement des consommations d'électricité en période de pointe, à optimiser la collecte des déchets, et réduire l'utilisation des intrants³ dans l'agriculture, il permet également d'insérer les systèmes de partage (lieux de travail, tendance de production, loisirs partagés), facilite le financement participatif des énergies renouvelables... ».

Cependant, il semblerait qu'une expansion du numérique se combine avec une forte augmentation de l'empreinte énergétique du secteur lui-même. Loin d'être virtuel, **le secteur numérique est en effet également très intensif en énergie et fort consommateur de ressources naturelles non renouvelables.**

Les effets positifs de l'expansion du numérique restent souvent surestimés, tel que le souligne le rapport « Lean ICT, pour une sobriété numérique »⁴ du Shift Project. L'impact négatif direct du numérique sur l'environnement provient de l'exploitation des ressources naturelles non renouvelables pour la production et l'utilisation d'équipements et infrastructures numériques.

Un autre impact direct provient de la fin de vie de ses équipements et leur recyclage, tandis que l'impact indirect du numérique s'explique par l'effet rebond⁵ engendré par l'expansion de son usage : cet effet rebond peut être décrit par un gain de productivité se traduisant par une baisse des prix de production et donc une augmentation des volumes produits, puis par une diversification de produits et, enfin, par un renouvellement de gamme entraînant une augmentation de la consommation énergétique (non compensée par le gain d'efficacité énergétique lié au numérique).

Le Shift Project, après avoir conduit des travaux de modélisation et de consolidation d'études sur les impacts environnementaux du numérique⁶ à périmètre mondial, indique ainsi que la consommation énergétique du numérique⁷ augmentera d'environ 9 % par an entre 2015 et 2020. A scénario inchangé, la proportion de la consommation énergétique du numérique sur la consommation énergétique mondiale passerait ainsi de 2,7 % en 2017 à 3,3 % en 2020 et pourrait atteindre 4 % en 2025 voire 6 % si les progrès en matière d'efficacité énergétique ralentissaient. Quant à la part d'émissions de gaz à effet de serre (GES) du numérique, elle passerait de 2,5 % en 2013 à 4 % en 2020.

De plus, la transition numérique entraîne une demande croissante de métaux rares, dont certains sont paradoxalement également utilisés pour la production de technologies bas carbone, engendrant une tension des approvisionnements.

Cette surconsommation énergétique se concentre dans les pays développés, tandis que l'impact du numérique sur la productivité et la croissance reste aujourd'hui peu perceptible (voir article BSI [Economie numérique : définition et impacts, économie](#)).

³ En agriculture, on appelle « intrants » les différents produits apportés aux terres et aux cultures, qui ne proviennent ni de l'exploitation agricole, ni de sa proximité. Les intrants ne sont pas naturellement présents dans le sol, ils y sont rajoutés pour améliorer le rendement des cultures. <https://www.agriculture-nouvelle.fr/qu-est-ce-qu-un-intrant/>

⁴ « Lean ICT, pour une sobriété numérique », The Shift Project, Octobre 2018

⁵ Identifié dès la révolution industrielle, l'« effet rebond », décrit comment l'amélioration du rendement énergétique d'un objet particulier (locomotive, ordinateur, etc.), débouche la plupart du temps non sur une diminution, mais au contraire sur un accroissement de la consommation d'énergie globale dédiée à la fonction technique que remplit cet objet (transport ferroviaire, informatique, etc.). De très nombreuses recherches ont confirmé cet état de fait. Voir en particulier (Santarius, Walnum, & Aall, 2016), The Shift Project, Octobre 2018

⁶ 170 travaux ont été pris en compte, pour la plupart publiés entre 2014-2018 d'après le rapport « Lean ICT, pour une sobriété numérique », The Shift Project, Octobre 2018.

⁷ La définition du secteur numérique par The Shift Project comprend : réseaux de télécommunication, data centres, terminaux, et les capteurs IoT de leur production à leur usage.

2. Impact du numérique sur l'environnement : focus sur la pollution numérique

Le concept de « pollution numérique » provient de l'exploitation de matières premières pour la fabrication des outils et des usages, ainsi que des émissions à effet de serre engendrées par l'utilisation par ces nouvelles technologies, augmentant l'empreinte carbone du secteur.

Selon Novethic⁸, les principaux acteurs de la pollution numérique sont :

- les **centres de stockage de données**, dont la croissance de données collectées (*Big Data*) à stocker et traiter est exponentielle augmentant de fait leurs besoins en énergie ;
- les **fabricants de matériaux**, entraînant une surexploitation des ressources naturelles et une pollution croissante (sols, air, eaux) ; et
- les **logiciels**, qui requièrent pour leur fonctionnement une forte consommation d'énergie.

Le rapport « Lean ICT : pour une sobriété numérique⁹ » identifie ainsi **quatre sources principales de forte croissance de la consommation énergétique du numérique** :

1. la croissance de la consommation de smartphones : phénomène accentué par les habitudes de consommation croissante et l'équipement progressif de la population y compris dans les pays en voie de développement ;
2. la multiplication¹⁰ des périphériques de la vie quotidienne et la tendance à la connectivité entre dispositifs utilisés au quotidien, entraînant une consommation d'énergie importante pour la fabrication de modules de communication (capteurs, puces...) en vue de leur connexion *via* le réseau de communication sans fil.
3. l'Internet des Objets Industriels (IIoT), en forte croissance, permettant pour le secteur industriel la communication de l'ensemble des maillons d'une chaîne de valeur industrielle en vue de collecter des informations de manière numérique traduites par des données. Celles-ci visent à être analysées et permettront l'optimisation des processus, l'augmentation de l'efficacité opérationnelle, la migration vers de nouveaux modèles économiques.
4. l'explosion du trafic des données¹¹ : en ligne avec la croissance du nombre d'utilisateurs équipés, des périphériques connectés, des nouvelles fonctionnalités et des possibilités d'usages de dispositifs numériques.

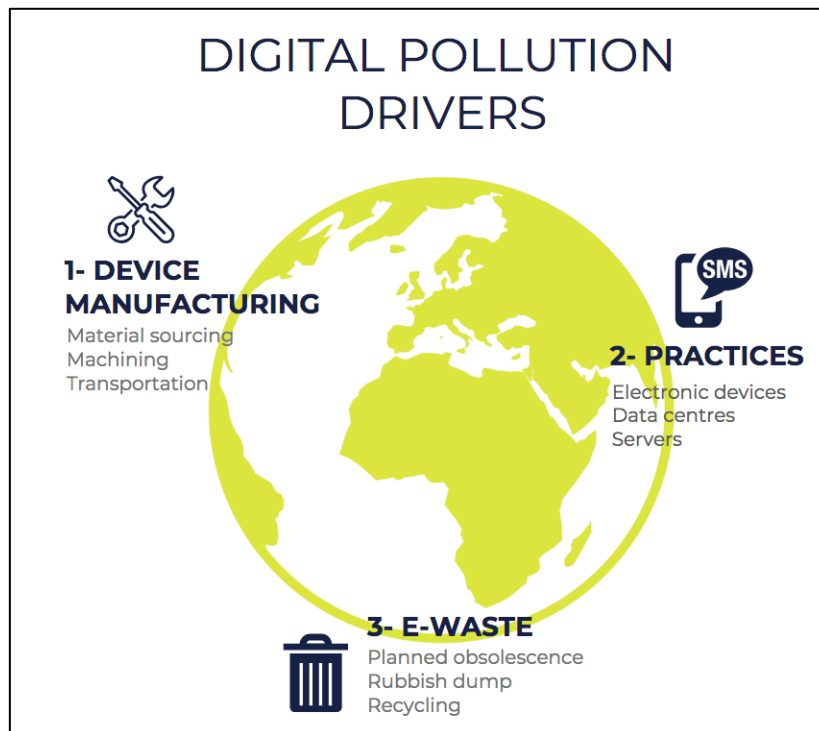
⁸ <https://www.novethic.fr/lexique/detail/pollution-numerique.html>

⁹ « Lean ICT, pour une sobriété numérique », The Shift Project, Octobre 2018

¹⁰ Selon le rapport du Shift Project, au global il est estimé, entre 2016 et 2021, une croissance de plus de 50 % du taux d'équipement moyen mondial (soit une croissance annuelle de 8,5%)

¹¹ Le trafic des données est en augmentation constante : sur les réseaux, notamment en grande partie, en provenance des services fournis par les GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft) et dans les data centers par l'augmentation du stockage des données du « Cloud » et du « Big data ». La source de consommation énergétique provient de l'augmentation des infrastructures et dispositifs que font assurer la capacité de traitement et stockage des données. « Lean ICT, pour une sobriété numérique », The Shift Project, Octobre 2018

Trois grandes causes de la pollution numérique sont identifiées :



Source : Digital For The Planet

- La première cause vient de la **phase de fabrication des dispositifs électroniques** (smartphones, ordinateurs, objets connectés, puces), qui comprend l'extraction des matières premières, la production des composants électroniques et l'assemblage des équipements. Ces procédés de fabrication sont très intensifs en métaux, certains rares, provoquant un épuisement des réserves non-renouvelables, impactant directement l'environnement par l'exploitation et pollution des terres. Ces matières premières possèdent par ailleurs une toxicité élevée, tandis que leur raffinage pollue l'environnement et peut empoisonner les populations locales¹². Cette demande de matières premières est croissante, ce qui pose des questions sur le coût environnemental et social de la fabrication de ces dispositifs électroniques, en sus des enjeux géopolitiques que cela soulève. En outre, la Chine exerce un quasi-monopole, en ce qu'elle fournit 95 %¹³ de la production des minerais rares. Cette situation, combinée avec le caractère rare des métaux et leur production limitée, soulève des questions sur l'approvisionnement futur de ces matériaux et entraînerait des tensions sur les prix.
- La deuxième cause de pollution numérique découle de la **phase d'utilisation ou de la consommation** : à titre d'exemple, selon l'ADEME¹⁴ « chaque Français salarié reçoit en moyenne 58 e-mails professionnels par jour et en envoie 33. L'envoi de 33 e-mails quotidiens avec des pièces jointes de 1 Mo à deux destinataires génère selon l'agence des émissions annuelles équivalentes à 180 kg de CO₂, soit autant que 1 000 km parcourus en voiture¹⁵ »

¹² <https://www.latribune.fr/technos-medias/internet/comment-le-numerique-pollue-dans-l-indifference-generale-801385.html>

¹³ <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/chine-monopole-production-terres-rares-51380/>

¹⁴ L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

¹⁵ <https://o.nouvelobs.com/high-tech/20170131.OBS4636/les-e-mails-sont-ils-vraiment-mauvais-pour-l-environnement.html>

De plus, l'utilisation des équipements numériques engendre une mobilisation massive des données, quelle que soit l'action effectuée (email, navigation en ligne, streaming, etc.) : or ces données sont supportées et stockées par des infrastructures telles que les data centers, qui hébergent des quantités importantes de données, notamment en provenance de GAFAM¹⁶.

- La dernière cause est la **gestion des appareils en fin de cycle de vie** le recyclage des équipements électronique pourrait en effet réduire les externalités négatives de l'exploitation et production des métaux rares, et pourrait également être une des solutions pour l'optimisation et la sécurité des approvisionnements¹⁷.

3. L'écologie digitale : un concept méconnu

L'étude¹⁸ « Les Français face à l'écologie digitale »¹⁹ a mis en évidence le concept d'écologie digitale. Celle-ci peut se définir comme « *la discipline qui étudie l'impact environnemental des différents écosystèmes reliant l'humain et le digital dans le but d'en limiter les effets nuisibles pour l'environnement* ».

73 % des français ignorent le concept « d'écologie numérique », bien qu'il s'agisse pourtant d'un axe majeur à développer afin de rationaliser les usages, favoriser la réduction de la consommation énergétique et accompagner la transition écologique. Or, lorsqu'ils prennent connaissance de la définition de l'écologie digitale, 90 % des sondés expriment en avoir une opinion positive mais comme l'étude le signale « *il y a un faible réservoir d'ambassadeurs potentiels* ». Toutefois, intuitivement 76 % des sondés estiment que les activités digitales polluent autant (25 %) ou même davantage (51 %) comparées au secteur aéronautique.

Au vu des résultats du sondage, c'est en premier lieu le gouvernement qui devrait s'emparer du concept de l'écologie digitale, afin d'en faire une priorité stratégique. L'action gouvernementale est suivie de celle des citoyens consommateurs, qui doivent prioriser l'écologie digitale dans leurs habitudes de consommation et leurs usages. Suivent ensuite les entreprises, qui doivent placer les enjeux de l'écologie digitale comme une priorité stratégique dans leur activité.

Enfin, environ 2/3 des répondants sont en accord avec l'affirmation de l'ONG « Digital For The Planet », qui souligne que « *l'écologie digitale est un indicateur de bonne santé économique* »²⁰.

¹⁶ « Ce type d'infrastructure consomme près 30 milliards de watts, soit l'équivalent de la production de 30 centrales nucléaires. Un seul data center peut consommer plus d'énergie qu'une ville moyenne. En 2020, leurs émissions de CO2 pourraient dépasser celles du trafic aérien mondial¹⁶ »

¹⁷ Le rapport du Shift Project indique que « *la consommation d'énergie augmente également lors du recyclage car l'énergie de séparation des métaux est fonction de la complexité d'assemblage* ». En France en 2017, le taux de collecte des appareils a atteint 50% (inférieur au taux objectif de 52% règlementé¹⁷). Selon l'ONG Digital For The Planet et d'après une étude ADEME publié fin 2018 « *le cout du recyclage électronique en France s'élève à 480 millions d'euros.* »

¹⁸ « Les Français face à l'écologie digitale » Occurrence, Digital for the planet 2018, http://occurrence.fr/newsite/wp-content/uploads/2018/06/Ecologie_digitale_V2.pdf

¹⁹ Etude effectué en mai 2018 par le cabinet d'études et conseil Occurrence pour l'ONG Digital For The Planet - Start-up qui vise à informer, alerter et conseiller les entreprises face à la pollution numérique, elle a été administrée en ligne, auprès d'un panel représentatif (méthode des quotas) de 1045 Français métropolitains âgés de 18 à 65 ans.

²⁰ Pour aller plus loin http://occurrence.fr/newsite/wp-content/uploads/2018/06/Ecologie_digitale_V2.pdf

Conclusion

Le numérique peut être un outil permettant de répondre aux différents défis environnementaux, en particulier en matière de transition énergétique, mais contribue encore trop à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Par la consommation énergétique du secteur et les émissions de gaz à effet de serre, son empreinte carbone ne cesse de croître. Les émissions de GES du numérique devrait ainsi doubler d'ici 2025 pour atteindre 8%²¹. Malgré les efforts récents de sensibilisation à la pollution numérique et les avancées technologiques issues de la GreenTech²², de réels progrès restent à faire, requérant la mobilisation des institutions publiques, des entreprises, des ingénieurs et des associations spécialisées - afin de proposer des pistes d'amélioration en vue d'une plus grande sobriété numérique²³ des entreprises, des consommateurs et des administrations publiques. Il s'agit en outre de réduire l'empreinte sociale et environnementale du secteur au sein des entreprises, *via* par exemple la démarche Green IT²⁴, afin d'orienter les services numériques au service de l'environnement.

Gabriela GUBLIN GUERRERO

Sources

- The Shift Project, Octobre 2018 « Lean ICT, pour une sobriété numérique »
- Iddri, FING, WWF France, GreenIT.fr (2018). « Livre Blanc Numérique et Environnement »
- WWF France, GreenIT.fr, Octobre 2018 « Etude We Green IT : Quelle démarche Green IT pour les grandes entreprises françaises ».
- GreenPeace 2017, CliCking Clean: Who is winning the race to build a green internet?
- ADEME, édition 2018, Guide « La face cachée du numérique »
- G. Gublin Guerrero, BSI Economics 2015 « De la transformation numérique à l'Industrie 4.0 »
- G. Gublin Guerrero, BSI Economics 2015 « Economie numérique : définition et impacts »
- Occurrence, Digital for the planet 2018 « Les Français face à l'écologie digitale »
- Cleanfox, Livre Blanc « Pollution numérique »
- [Remerciements à Anthony Alfont, COO de l'ONG Digital For the Planet, pour sa contribution sur le concept d'écologie digitale.](#)

Sites internet et articles en ligne

- [L'impact environnemental du numérique, Ordi 3.0](#)
- [Comment le numérique pollue dans l'indifférence globale, La Tribune.fr](#)
- [Aïe ! 73% des Français n'ont jamais entendu parler d'écologie digitale, L'ADN](#)
- [Quelle est l'empreinte environnementale du web ?, GreenIT](#)
- [Stopper la pollution numérique : le prochain enjeu des entreprises ?, L'ADN](#)
- [Pollution numérique : il est temps d'agir, Les Echos.fr](#)
- <https://www.novethic.fr/lexique/detail/pollution-numerique.html>

²¹ « Lean ICT, pour une sobriété numérique », The Shift Project, Octobre 2018

²² GreenTech ou Clean Tech désignent des technologies considérées comme respectueuses de l'environnement sur la base de leur processus de production ou de leur chaîne d'approvisionnement. Il peut également s'agir d'un moyen de production d'énergie moins nocif pour l'environnement que les moyens plus classiques de production d'énergie, tels que la combustion de combustibles fossiles. https://www.investopedia.com/terms/g/green_tech.asp

²³ « Lean ICT, pour une sobriété numérique », The Shift Project, Octobre 2018

²⁴ [Etude We Green IT « Quelle démarche Green IT pour les grandes entreprises françaises » WWF France, GreenIT.fr, Octobre 2018.](#)

- https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2018/09/Cahier_JDD_Face-cach%C3%A9-des-objets.pdf
- <https://www.supinfo.com/articles/single/4897-pollution-numerique>
- <https://www.novethic.fr/actualite/environnement/pollution/isr-rse/pollution-numerique-l-impact-sur-l-environnement-n-est-pas-virtuel-143921.html>
- <https://www.hippocampe.fr/blog/pollution-numerique-internet-6eme-nation-la-plus-polluante-du-monde/>
- <https://www.abilways-digital.com/magazine/digital-planet-comment-limiter-notre-pollution-numerique-anthony-alfont>
- <http://www.socialisme-libertaire.fr/2018/08/la-pollution-numerique-un-prochain-enjeu-ecologique-majeur.html>