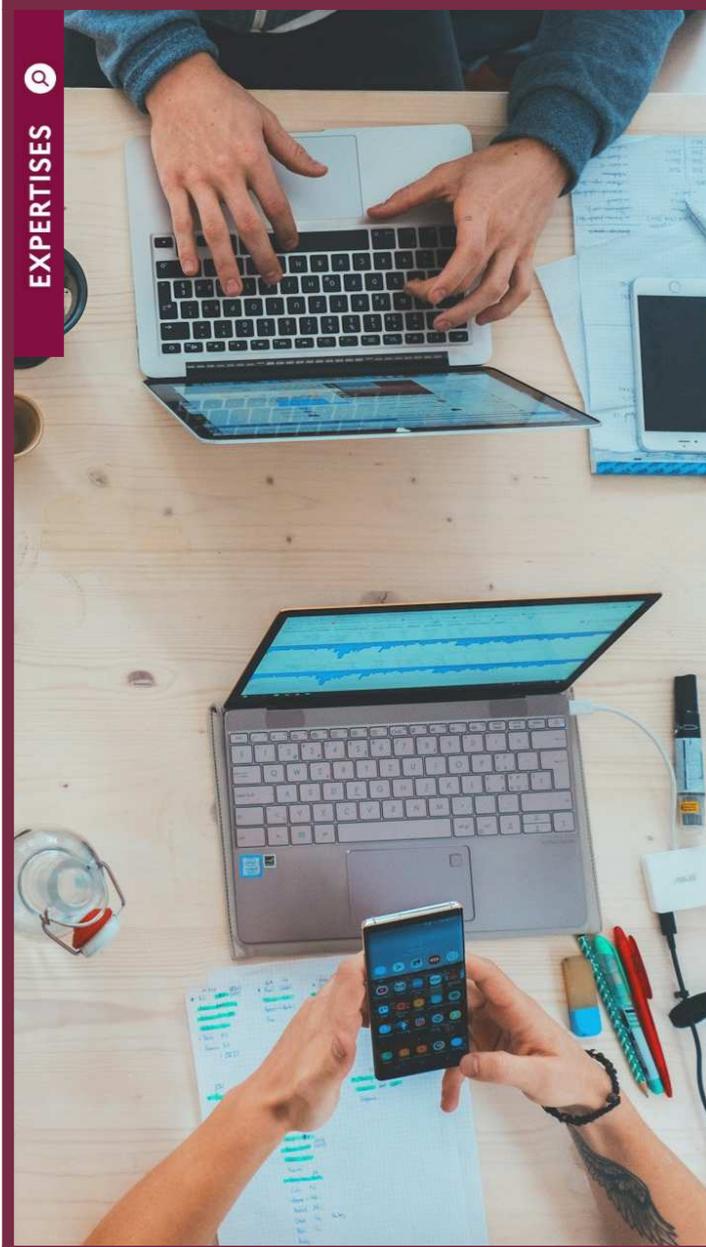


Janvier
2025



EXPERTISES

LES AVIS DE L'ADEME

Numérique & environnement : entre opportunités et nécessaire sobriété

À retenir	2
Contexte et enjeux.....	5
Le numérique au service de la transition écologique	5
Quel impact environnemental du numérique, aujourd'hui et dans les années à venir ?.....	6
Positionnement et préconisations de l'ADEME concernant le numérique responsable	8
Pour en savoir plus.....	12

Numérique & environnement : entre opportunités et nécessaire sobriété

A retenir

Depuis quelques décennies, le numérique se développe et a un impact important sur nos modes de vie, sur les modèles d'affaire des entreprises ou sur les modalités d'action de l'Etat. Il a été depuis longtemps perçu comme intrinsèquement vertueux d'un point de vue environnemental (« dématérialisation », « virtuel »...). Est-ce toujours le cas ?

Certaines applications du numérique ont un impact positif sur l'environnement

Beaucoup de solutions numériques permettent d'accompagner et accélérer la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans de nombreux secteurs économiques (énergie, bâtiment, agriculture, transport, etc.) et la recherche est très active dans ce domaine souvent dénommé « IT for green ». Certaines solutions numériques, comme les plateformes de mise en relation d'utilisateurs permettant notamment de partager des usages (covoiturage, partage d'équipements...) ou de donner une seconde vie aux produits, ont peu d'impacts environnementaux directs au regard des bénéfices environnementaux qu'elles peuvent créer.

En revanche, pour certains secteurs économiques, le numérique apporte certes un bénéfice environnemental, mais il ne doit pas se substituer à des efforts de décarbonation plus profonds. Dans l'industrie lourde par exemple, les gains d'efficacité permis par des solutions numériques existent mais sont faibles au regard d'autres leviers de décarbonation, par exemple changement de process par des technologies de rupture, changement de mix énergétique, intégration de matières recyclées ou valorisation de la chaleur fatale.

Enfin, si certaines de ces solutions ont des impacts positifs, il n'est pas certain que les bénéfices environnementaux soient toujours supérieurs aux impacts générés par les services numériques, et il reste aujourd'hui très compliqué de le mesurer. Par exemple, pour les services culturels¹ (liseuse numérique...), le bilan n'est pas toujours positif. L'ADEME a lancé récemment une nouvelle étude pour établir le bilan environnemental complet d'autres cas d'usages du numérique. Les effets rebonds directs ou indirects peuvent exister et sont à prendre en compte dans le bilan environnemental global, qu'il s'agisse d'effets rebonds directs (réallocation des gains d'efficacité d'une activité dans cette même activité) ou indirects (réallocation des gains vers une autre activité).

Une bonne pratique « sans regret » consiste à favoriser le développement de communs numériques pour la transition écologique comme par exemple le Data Food Consortium qui établit un standard numérique qui se matérialise par un "catalogue de production universel" pour faciliter la vente en circuit court. Les communs favorisent les coopérations entre acteurs pour capitaliser sur une même ressource donc réduire les coûts de développement et de maintenance. Ils réduisent également la dépendance à des solutions propriétaires fermées qui occasionnent souvent un verrouillage (ou lock-in) des acheteurs.

Mais l'impact environnemental du secteur numérique est déjà significatif et en forte croissance

La prise de conscience de la matérialité sous-jacente du numérique et de ses impacts sur l'environnement est relativement récente (en France, un livre blanc en 2018² et un rapport du Shift Project en 2018)³.

En 2022, suite aux récents travaux de l'ADEME⁴ basés sur ceux de la SNBC, le numérique (datacenters, réseaux et terminaux) représentait en France une empreinte carbone de 29,5 Mt CO₂ eq soit 4,4% de l'empreinte carbone nationale (équivalent aux émissions dues aux poids lourds) et 51,5 TWh soit 11% de la consommation électrique et, sans mesures correctrices dans les années à venir, son impact devrait croître de manière

¹ <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/5942-evaluation-de-l-impact-environnemental-de-la-digitalisation-des-services-culturels.html>

² https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2018-03/180319_livre_blanc_numerique_environnement.pdf

³ <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>

⁴ <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique/7880-evaluation-de-l-impact-environnemental-du-numerique-en-france.html>

exponentielle (études de l'ADEME et l'Arcep⁵). Ces impacts sont probablement sous évalués car ces évaluations ne prennent pas bien en compte la récente révolution de l'intelligence artificielle (IA) générative.

Le développement du numérique implique également une tension croissante sur les ressources, principalement minérales. Il est impossible de dire aujourd'hui si ces ressources seront suffisantes et disponibles à un coût raisonnable pour mener de front les transitions écologique et numérique. La cartographie des chaînes de valeur des métaux utilisés dans les équipements numériques montre la forte concentration des activités d'extraction dans certains pays, en particulier la Chine, qui est en situation de quasi-monopole pour 7 métaux en particulier, questionnant notre souveraineté et notre dépendance.

L'impact environnemental du numérique est majoritairement dû aux équipements (télévisions, ordinateurs, smartphones), plutôt qu'aux datacenters ou aux réseaux, même si le développement actuel de l'IA générative est en train de faire évoluer ces équilibres. Les principales mesures à mettre en œuvre sont l'allongement de la durée de vie des équipements, l'écoconception des équipements et des services numériques, la priorisation et la réduction de nos usages, l'amélioration de la performance énergétique des datacenters....

Une nécessaire réflexion sur la sobriété numérique

Même en déployant ces mesures nécessaires, l'ADEME considère que le bénéfice environnemental de certaines applications numériques ne peut justifier à lui seul de fermer les yeux sur les risques liés à leur développement rapide : **l'ADEME considère ainsi qu'il faut raisonner en termes de sobriété numérique, en questionnant, priorisant et in fine réduisant certains usages numériques.** C'est le cas en particulier pour les usages de l'IA générative. Nous manquons encore beaucoup de données fiables sur cette révolution récente par manque d'accès aux données des fournisseurs d'IA mais l'Agence Internationale de l'Energie prévoit dès aujourd'hui, dans un scénario haut, un doublement de la consommation électrique mondiale liée aux data centers entre 2022 et 2026, pour atteindre les 1 000TWh, soit l'équivalent de la consommation électrique du Japon⁶.

En l'état actuel de nos connaissances, s'il est probable d'une part que cette technologie amènera des solutions nouvelles en matière environnementale (optimisation des réseaux, développement de nouveaux matériaux...) et d'autre part qu'il y aura des gains importants en matière de performance énergétique des datacenters hébergeant des services d'IA, le développement actuel des usages de l'IA générative, majoritairement centré sur des services ne visant pas la résolution de problèmes environnementaux, n'est très probablement pas soutenable. Un autre modèle d'une IA frugale est cependant possible, fondé sur le développement de petits modèles d'IA générative spécialisés plus sobres que les grands modèles généralistes. Un tel modèle présenterait un triple avantage environnemental, économique et de souveraineté et permettrait à des startups françaises et européennes d'améliorer leur compétitivité.

Quelques pistes de mesures publiques

Le numérique constitue dès maintenant un levier transversal incontournable pour mettre en œuvre la transition écologique. Il faut **continuer à soutenir le développement et le déploiement de solutions « IT for green » pertinentes et orienter prioritairement nos financements vers des solutions numériques ouvertes** (communs, données open source, ...).

Pour limiter les impacts environnementaux du numérique en France dans le prolongement des mesures portées depuis 2021 par la feuille de route gouvernementale « numérique et environnement », les mesures du Haut comité au numérique responsable ainsi que celles figurant dans la Loi AGEC⁷ et la Loi REEN⁸, l'ADEME préconise de travailler sur les axes suivants :

- **Augmenter la durée d'usage de nos équipements** en les faisant réparer quand ils tombent en panne, en achetant davantage de produits reconditionnés, en privilégiant l'économie de la fonctionnalité ou du partage ou la mutualisation des équipements
- **Généraliser les pratiques d'écoconception des services numériques :**
 - Rendre obligatoire l'atteinte d'un seuil minimal pour les services numériques basés sur le référentiel général d'écoconception de services numériques (RGESN), comme c'est le cas pour l'accessibilité avec le référentiel général d'amélioration de l'accessibilité (RGAA) et pousser son adoption au niveau européen

⁵ <https://bibliothèque.ademe.fr/consommer-autrement/5226-evaluation-de-l-impact-environnemental-du-numerique-en-france-et-analyse-prospective.html>

⁶ <https://www.iea.org/reports/electricity-2024/executive-summary>

⁷ Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC) : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041553759>

⁸ Loi visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique (REEN) : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044327273>

- Evaluer l'intérêt d'un indice d'écoconception sur les services numériques comme les jeux vidéo, les plateformes de streaming, les applications mobiles ou les sites internet, afin de mieux différencier une « offre verte » de services numériques
- **Maîtriser la croissance des usages** : Impulser des changements de comportements et la mise en œuvre de politiques de sobriété numérique afin de réduire le nombre d'équipements utilisés et de limiter nos usages en interrogeant systématiquement nos besoins :
 - Poursuivre une campagne nationale de sensibilisation des citoyens aux impacts environnementaux et à la modération des usages et la faire évoluer et fusionner avec les messages sur les enjeux de santé publique et notamment d'exposition aux écrans chez les jeunes,
 - Encadrer les modèles économiques basés sur l'économie de l'attention,
 - Etudier la mise en place d'une tarification progressive sur les forfaits mobiles
- **Prioriser les financements vers des solutions numériques ouvertes** (logiciel open source, données ouvertes) **au service de la transition écologique** tout en s'assurant d'une quantification en amont des bénéfices des solutions proposées (méthodologies solides avec une vision à moyen terme et prise en compte des effets rebonds) :
 - Renforcer nos politiques de souveraineté numérique, en profitant d'un mix électrique français peu carboné
 - Lancer des appels à projets « communs numériques » au sein des territoires et dans des filières industrielles
- Enfin, **développer la connaissance des impacts environnementaux** des nouvelles technologies comme l'IA générative, les univers immersifs ou le numérique quantique avant une massification de leurs usages :
 - Développer une base de données sectorielle dédiée au numérique intégrée à la base empreinte de l'ADEME
 - Poursuivre les études d'évaluation des impacts environnementaux multicritères et de référentiels par catégorie de produits
 - Intégrer les travaux français sur l'IA frugale dans les réflexions européennes et notamment la charte de l'IA et soutenir les petits modèles d'IA spécialisés dans une optique de compétitivité verte



CONTEXTE ET ENJEUX

Les technologies du numérique sont susceptibles d'accompagner des entreprises engagées dans la transition énergétique et écologique (« IT for Green »). Mais, compte-tenu de l'évolution des usages, elles représentent un poids environnemental de plus en plus conséquent, notamment en termes d'émissions de gaz à effet de serre, de consommation d'énergie et d'épuisement des ressources (métaux). Cet impact environnemental doit être réduit (« Green IT ») en faisant en sorte que les outils numériques ne constituent pas une finalité, et qu'ils soient au service d'un projet de société. Les impacts environnementaux doivent être connus, dans une approche cycle de vie et multicritère, afin de bien mesurer leur intérêt dans la transition écologique et énergétique.

La transition numérique, initialement perçue comme vectrice d'emplois, de croissance et de nouveaux modèles économiques, modifie profondément l'ensemble des secteurs d'activités. Du domicile au travail, en passant par l'entreprise, la ville et les services publics, les services numériques sont au cœur de notre quotidien et ont bouleversé nos comportements et nos modes de consommation.

L'immatérialité des services proposés est de plus en plus remise en cause par la matérialité sous-jacente des équipements et infrastructures nécessaires au secteur numérique (énergie, ressources, etc.). Les parties prenantes (entreprises, grand public, institutions, États, administrations) demandent à présent plus de transparence sur le sujet.

Alors que l'Europe fut une puissance industrielle importante jusqu'au tournant des années 2005 (telecom, technologies ou recherche), l'industrie digitale est désormais presque intégralement dominée par les USA et l'Asie que ce soit via les services (GAFAM notamment), la fabrication des équipements (Asie) ou l'implantation des centres de données rendant les acteurs européens en situation de forte dépendance⁹.

L'usage du numérique ne cesse de croître et pourrait à terme poser la question de sa soutenabilité au regard des objectifs de réduction d'émission de gaz à effet de serre et de consommation de ressources. En effet, le développement des usages appelle le développement de nouvelles technologies, l'évolution des méthodes de codage, le déploiement de nouvelles infrastructures et de nouveaux terminaux, ce qui en retour, peut générer un « effet rebond » sur les usages. Il est donc nécessaire de faire converger transition écologique et transformation numérique.



LE NUMERIQUE AU SERVICE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE

Le numérique peut être un outil puissant permettant de réduire les impacts environnementaux de certains secteurs. Il existe malheureusement peu de données solides permettant d'évaluer les gains environnementaux liés à l'utilisation du numérique et très peu de documents normatifs ou de publications scientifiques pour encadrer méthodologiquement l'estimation des effets environnementaux nets d'un service numérique.

Certaines solutions numériques appliquées aux secteurs comme le bâtiment, l'énergie ou le transport sont prometteuses à condition de limiter les effets rebonds.

Par exemple, les plateformes de mise en relation d'utilisateurs permettant notamment de partager des usages (covoiturage, autopartage, partage d'équipements...) ou de donner une seconde vie aux produits, ont probablement peu d'impacts environnementaux directs au regard des bénéfices environnementaux qu'elles peuvent créer.

- Dans le secteur de l'**énergie**, le numérique permet par exemple de mieux gérer et optimiser les flux pour favoriser et augmenter la part de renouvelable ou bien de détecter les fuites dans le réseau (énergie, eau...).
- Dans le secteur de l'**agriculture**, les solutions numériques et l'utilisation de capteurs sont également de plus en plus utilisées notamment pour optimiser le recours aux intrants, optimiser l'utilisation de l'eau ou bien optimiser les trajectoires des machines dans les champs grâce à des systèmes de guidage GPS.
- Dans le secteur du **transport**, le numérique est indispensable dans de nombreux cas comme le télétravail, le covoiturage longue distance ou journalier ou encore l'optimisation des flux de transport logistiques.
- Dans le secteur de l'**industrie**, le numérique a également toute sa place avec une utilisation de plus en plus généralisée de capteurs permettant d'optimiser les process industriels (industrie 4.0).
- Les solutions numériques et notamment la domotique permettent de mieux gérer les consommations d'énergie dans le **bâtiment** (smart home, smart bulding).
- Enfin, les **territoires** intelligents gérés notamment par les collectivités sont de plus en plus présents. On peut citer la gestion des **déchets** (redevance incitative, bacs à déchets connectés, ...), la gestion de l'**eau** (détection

⁹ <https://www.annales.org/enjeux-numeriques/2023/resumes/septembre/03-en-resum-FR-AN-septembre-2023.html>

des fuites, optimisation de l'irrigation des terrains municipaux, ...) ou bien la télégestion des **infrastructures** (gestion de l'éclairage par exemple).

Cependant ces cas d'usages bénéfiques à la transition écologique sont pour beaucoup peu ou moyennement significatifs en comparaison avec d'autres moyens de décarbonation et doivent être implémentés à la suite d'évaluations environnementales suivant des méthodologies qui sont en cours de normalisation¹⁰. Dans l'industrie lourde par exemple, les gains d'efficacité permis par des solutions numériques (optimisation des process, monitoring, maintenance préventive) existent mais sont faibles au regard d'autres leviers de décarbonation, par exemple changement de process par des technologies de rupture, changement de mix énergétique, intégration de matières recyclées ou valorisation de la chaleur fatale. Autre exemple, l'effet rebond que peut induire l'arrivée d'une solution numérique est systématiquement à prendre en compte.

Focus dématérialisation des services culturels

En l'espace d'une génération, les services culturels se sont largement digitalisés, passant de supports physiques comme le CD, le DVD ou le livre, à des versions numériques. En s'affranchissant du support physique, la consommation de biens culturels numériques a-t-elle pour autant un impact environnemental moindre ?

L'étude ACV menée par l'ADEME¹¹ ne permet pas de conclure de façon globale à cette question. L'impact environnemental d'un service culturel, qu'il soit digital ou physique dépend en partie de l'intensité d'usage qui en sera fait.

Par exemple : pour le service culturel « lire un livre », la lecture d'un roman de 300 pages format papier a, de prime abord, l'impact environnemental le plus faible sur l'ensemble des indicateurs pris en compte (ressources, émissions de CO2...). Toutefois, pour un usage de plus de 10 livres 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 papiers sont neufs et jamais réutilisés). Dans l'hypothèse où chaque livre est réutilisé au moins 2 fois (prêt, achat d'occasion, ...), la liseuse n'a un impact environnemental moindre qu'au-delà de 20 lectures par an. Et dans l'hypothèse où le livre papier est emprunté à la bibliothèque, l'impact de la liseuse sera toujours supérieur.



QUEL IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU NUMERIQUE, AUJOURD'HUI ET DANS LES ANNEES A VENIR ?

Un impact environnemental d'ores et déjà significatif

En France, la prise de conscience des impacts environnementaux du numérique est relativement récente. La première étude importante date de 2018 : selon The Shift Project¹², le numérique représentait 3,7 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde. Depuis, les travaux menés à l'échelle nationale ou internationale débouchent sur les mêmes constats : une empreinte environnementale du numérique en constante progression, conséquence d'une multiplication des usages et de leur intensité, et d'une croissance continue des investissements dans ces technologies.

L'ADEME vient de mettre à jour les données de l'étude menée avec l'Arcep en 2020 sur l'évaluation de l'impact environnemental du numérique en France, aujourd'hui et demain¹³. En effet, n'avait été pris en compte dans les hypothèses de l'étude de 2020, que les centres de données situés sur le territoire français. Or une partie importante des usages en France sont hébergés à l'étranger (environ 53 %) ce qui représente des impacts très loin d'être négligeables. Par ailleurs, entre 2020 et 2022, le mix entre les télévisions OLED et LCD-LED a varié au profit des télévisions OLED plus grandes et plus impactantes ainsi que les usages notamment due à l'arrivée massive de l'IA.

Les principaux résultats de cette mise à jour sont les suivants :

¹⁰ ITU-T L.1480 "Enabling the Net Zero transition: Assessing how the use of ICT solutions impacts GHG emissions of other sectors" EGDC Generic Methodology for the European Commission

¹¹ <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/5942-evaluation-de-l-impact-environnemental-de-la-digitalisation-des-services-culturels.html>

¹² <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>

¹³ <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/5226-evaluation-de-l-impact-environnemental-du-numerique-en-france-et-analyse-prospective.html>

- L'empreinte carbone générée par un an de consommation de biens et services numériques en France en 2022 représente l'équivalent de 4,4 % de l'empreinte carbone nationale soit 29,5 Mt CO₂eq ce qui représente un peu moins que les émissions totales du secteur des poids lourds.
- Outre l'empreinte carbone, l'épuisement des ressources abiotiques (minéraux & métaux) ressort comme un critère pertinent pour décrire l'impact environnemental du numérique.
- 11 % de la consommation électrique française est liée aux services numériques soit 51,5 TWh (65 TWh si on prend en compte la consommation électrique des data centers situés à l'étranger).
- 117 millions de tonnes de ressources sont utilisées par an pour produire et utiliser les équipements numériques soit 1,7 tonnes par français et par an¹⁴.
- Les terminaux représentent 50 % de l'empreinte carbone du numérique, les centres de données 46 % et les réseaux 4 %.
- Enfin, c'est la phase de fabrication qui concentre la majorité des impacts environnementaux. Elle représente 60 % de l'empreinte carbone et la phase d'utilisation 40 %.

Un impact environnemental en croissance et dépendant de choix de société

D'après cette même étude¹⁵, à l'horizon 2050, si rien n'est fait pour réduire l'empreinte environnementale du numérique et que les usages continuent de progresser au rythme actuel, l'empreinte carbone du numérique pourrait tripler. La consommation électrique du numérique en France augmenterait quant à elle d'environ 80 % pour atteindre 93 TWh (dont 39 TWh dus aux centres de données), soit 20% de la consommation d'électricité française de l'année 2023.

L'analyse du scénario tendanciel montre donc que le secteur du numérique ne s'inscrirait pas dans une dynamique de décarbonation et de réduction des impacts environnementaux en opposition aux engagements pris par la France. Alors que l'objectif de la France est de diminuer drastiquement les émissions de GES à l'horizon 2050, l'empreinte carbone du numérique, si elle poursuit les tendances actuelles, va être multipliée par 3, faisant ainsi porter les efforts à faire sur les autres secteurs et sur sa capacité à décarboner d'autres secteurs économiques.

A horizon 2050, les travaux ADEME-ARCEP sur le secteur numérique, basés sur les quatre modèles de société conçus par l'ADEME dans le cadre de l'exercice « transition(s) 2050 » aboutissant à la neutralité carbone du pays, montrent des trajectoires très différentes selon les scénarios étudiés.

Dans le scénario le moins sobre, nommé « Pari réparateur », l'empreinte carbone pourrait quintupler par rapport à 2020 du fait notamment de l'explosion des objets connectés, de l'IA et du développement des centres de données. A contrario, elle pourrait être divisée par deux par rapport à 2020 dans le scénario nommé « Génération frugale ». C'est le scénario qui atténue le plus l'empreinte environnementale du numérique.

Focus métaux & numérique

L'empreinte matières des équipements numériques a été identifiée comme l'un des enjeux majeurs de l'empreinte environnementale du secteur, générant également des impacts importants sur les populations avoisinantes des sites d'extraction, des risques géopolitiques et des risques de conflits armés¹⁶.

Une étude récente de l'ADEME¹⁷ « Besoins en métaux dans le secteur numérique » établit la composition en métaux de 20 équipements du numérique (terminaux fixes et mobiles, biens d'équipements réseau et équipements utilisés en centres de données) et dresse un bilan des risques liés à l'utilisation de ces métaux avec une vision prospective. Dans ces travaux, l'ADEME a été accompagnée par un Comité de pilotage constitué notamment de représentants des pouvoirs publics, de l'OFREMI et du BRGM.

De cette étude ressortent les constats suivants :

- La cartographie mondiale de l'extraction des métaux utilisés dans les équipements numériques montre la **forte dépendance à certains pays, en particulier la Chine** qui est le premier producteur mondial de 15 des 25 métaux considérés dans l'étude, et en situation de quasi-monopole pour 7 métaux en particulier, questionnant sur notre souveraineté
- **L'étain, l'argent, le ruthénium, le nickel et l'antimoine sont jugés comme particulièrement critiques**, compte tenu de la convergence de risques sociaux, environnementaux ou encore géopolitiques
- **Le recyclage des métaux issus de déchets d'équipements numériques (DEEE) est encore très limité** et ne cible que les métaux les plus chers (par ex. or, argent, cuivre, platine) alors que de nombreux autres métaux sont présents

¹⁴ L'indicateur MIPS permet de calculer les ressources utilisées pour produire une unité de produit ou de service avec une approche d'analyse de cycle de vie (Schmidt-Bleek, 1994)

¹⁵ <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/5226-evaluation-de-l-impact-environnemental-du-numerique-en-france-et-analyse-prospective.html>

¹⁶ Par exemple : https://ungreatlakes.unmissions.org/sites/default/files/resolution_2463_2019.pdf

¹⁷ <https://librairie.ademe.fr/economie-circulaire-et-dechets/7713-etude-numerique-et-metaux.html>

- En termes prospectifs, dans un scénario tendanciel 2050, cinq métaux verront leur consommation augmenter fortement dans le secteur numérique en France : le gallium, l'yttrium, le manganèse, le germanium et l'or.



POSITIONNEMENT ET PRECONISATIONS DE L'ADEME CONCERNANT LE NUMERIQUE RESPONSABLE

La France est en position de leader sur la prise en compte des impacts environnementaux du numérique. Les lois AGEC et REEN et la feuille de route gouvernementale numérique et environnement¹⁸ constituent un cadre unique au monde¹⁹. Mais il reste encore des efforts importants à faire pour connaître et partager les impacts du numérique.

Limiter le nombre d'équipements et les garder le plus longtemps possible

Les équipements représentent la majeure partie de l'impact environnemental du numérique. La fabrication de nos terminaux rejette non seulement des gaz à effet de serre, mais nécessite aussi des ressources importantes en métaux et en eau.

En 2020, en France, on évalue à plus de 800 millions le nombre d'équipements utilisateurs (ce qui correspond à près de 12 équipements par personne, tout âge confondu). Ce chiffre tend à augmenter significativement d'ici 2030 si on suit les tendances actuelles²⁰. L'**obsolescence culturelle** ou marketing est un levier puissant de renouvellement trop fréquent des équipements. Le baromètre du numérique de l'ARCEP²¹ indique par exemple que 50 % des télévisions sont renouvelées alors qu'elles sont encore en état de fonctionnement.

Afin de réduire l'impact environnemental de nos équipements numériques, il est possible d'agir dès aujourd'hui en appliquant des politiques fortes de sobriété et **d'allongement de la durée d'usage de nos équipements**.

L'ADEME recommande de :

- Développer l'**information environnementale** : les différents indices existants pour les équipements numériques (indice de réparabilité, indice de durabilité) sont relativement simples et rapides à mettre en œuvre, faciles à comprendre pour le consommateur et donnent des pistes d'actions très concrètes pour que les fabricants mettent sur le marché des équipements plus durables. Les travaux de la Commission Européenne sur l'information disponible via les étiquettes énergie et le passeport numérique sont également à poursuivre et à alimenter par le retour d'expérience français et l'évaluation des politiques nationales.
- Soutenir la **réparation, l'achat de produits reconditionnés** ou la mise en place de nouveaux modèles économiques type économie de la fonctionnalité (vente d'un usage plutôt que d'un bien). L'ADEME préconise la mise en œuvre par les pouvoirs publics d'un grand **plan de formation aux métiers de la réparation** notamment à travers la mobilisation des fonds réparation pour permettre le cofinancement de formations pour les filières concernées (EEE, TLC, EA, AB, ASL, jouet).
- Renforcer l'**écoconception** des équipements numériques. Le règlement ESPR publié en juin 2024²² remplace les directives éco-désign, en intégrant notamment le critère de la durabilité des produits et la possibilité de définir, selon les secteurs et les produits, un affichage des informations d'écoconception. Dans sa mise en œuvre, il conviendra de proposer les obligations ambitieuses pour les équipements numériques comme par exemple des travailler sur l'écoconception des box internet ou d'allonger les durées de mise à jour logicielles. Au niveau français, l'ADEME propose d'encourager l'écoconception des produits et services numériques via des aides à l'innovation type France 2030.

¹⁸ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/numerique-responsable>

¹⁹ Un rapport de la Banque mondiale de mars 2024 indique que la France est le seul pays à suivre les émissions de CO2 et la consommation énergétique de secteur des télécommunications : Measuring the Emissions & Energy Footprint of the ICT Sector, Banque Mondiale/Union internationale des télécommunications, 20/03/2024

²⁰ <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/5226-evaluation-de-l-impact-environnemental-du-numerique-en-france-et-analyse-prospective.html>

²¹ <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiques/detail/n/equipements-et-usages-du-numerique-300123.html>

²² https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en

- Enfin le **recyclage** des produits numérique est actuellement très limité et structuré par des objectifs de recyclage généraux : sur la cinquantaine de métaux constituant un équipement numérique moins d'une dizaine sont effectivement recyclés. Dans le cadre de la révision de la directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), l'ADEME préconise **de fixer, pour certaines catégories d'équipements, des objectifs spécifiques de recyclage pour certaines matières**, en concertation avec le Comité pour les métaux stratégiques (COMES).

Plus de sobriété des usages pour éviter l'explosion des impacts des datacenters

L'augmentation du nombre et de la puissance des datacenters est directement corrélée à **l'augmentation de nos usages numériques**.

Les évolutions tendancielle à 2030 et 2050 montrent que les centres de données vont représenter dans les années à venir une part de plus en plus importante de l'impact environnemental du numérique notamment en raison de la hausse du volume de données (+20 % / an) ainsi qu'une part plus importante de la consommation d'électricité en France qui pourrait représenter 6 % en 2050. Globalement, **l'amélioration de l'efficacité et de la performance des datacenters, bien réelle, ne compensera pas l'impact de l'augmentation des usages et de la surface et de la consommation de ces équipements**.

Les centres de données ont par ailleurs des impacts importants sur les territoires, mobilisant une grande quantité d'électricité, contribuant à l'artificialisation des sols et à la consommation d'eau.

Enfin l'arrivée massive de l'IA, mobilisant de fortes capacités de calcul au sein des datacenters, modifie en profondeur les projections de consommation énergétique à moyen terme. Il est donc fort probable que dans les années à venir, les impacts environnementaux liés aux datacenters seront en très forte croissance par rapport à ceux liés aux équipements. Se pose également la question de la souveraineté des données puisque la plupart des datacenters hébergeant des usages IA sont situés à l'étranger.

L'ADEME recommande de :

- **Limiter l'impact environnemental des datacenters** : réduction de la consommation énergétique, utilisation d'énergies renouvelables en autoconsommation, récupération de chaleur fatale, recyclage et réutilisation des composants, contrainte paysagère et installation sur des friches pour limiter l'artificialisation nette...
L'ADEME a publié un Avis technique sur « Les data centers ou centres de données »²³ qui précise ses préconisations pour atteindre cet objectif. Il s'agit en particulier d'analyser, pour chaque territoire, le besoin en électricité au regard de ce qui est disponible ainsi que le besoin en eau avant l'implantation d'un centre de données, ou d'éco-conditionner l'obtention des permis de construire.
- **Développer l'écoconception des services numériques** afin de réduire leur impact environnemental, en s'appuyant en particulier sur le référentiel général de l'écoconception des services numériques (RGESN²⁴).
L'ADEME préconise de rendre obligatoire l'atteinte d'un seuil minimal pour les services numérique basé sur le RGESN, comme c'est le cas pour l'accessibilité avec le RGAA (référentiel général d'amélioration de l'accessibilité). Face aux grandes plateformes numériques, principaux fournisseurs des services numériques que nous utilisons, l'ADEME est convaincue que le bon niveau d'action est l'Europe et souhaite, avec l'ARCOM et l'ARCEP, inscrire cette démarche à cet échelon. L'ADEME préconise également d'évaluer l'intérêt d'un indice d'écoconception sur les services numériques comme les jeux vidéo, les plateformes de streaming, les applications mobiles ou les sites internet, afin de mieux différencier une « offre verte » de services numériques
- Enfin il convient d'**initier une réelle sobriété dans nos usages numériques**. Certaines entreprises du numérique fondent leur modèle sur l'économie de l'attention et de ciblage publicitaire : elles se fondent sur des mécanismes visant à capter l'attention de leurs utilisateurs et augmenter le temps qu'ils passent sur leurs services. Cette économie de l'attention s'appuie sur la collecte et le traitement massif de données afin de proposer du contenu personnalisé, ce qui induit un besoin accru en puissance de calcul, en débit réseau et en stockage de données.
Plus de la moitié des Français estiment avoir un usage important du numérique²⁵. Les enfants et les adolescents sont particulièrement vulnérables aux effets néfastes de l'usage des écrans. Un récent rapport sur l'impact de l'exposition des jeunes aux écrans remis au président de la République²⁶ recommande ainsi d'éviter l'exposition aux écrans avant l'âge de 6 ans et de ne pas équiper les enfants de smartphone avant l'âge de 13 ans.
Il s'agit de limiter nos usages en interrogeant systématiquement nos besoins. L'ADEME suggère pour cela de renforcer la campagne nationale de sensibilisation des citoyens aux impacts environnementaux et à la modération des usages en la faisant évoluer pour intégrer le lien avec les enjeux de santé publique et

²³ <https://bibliothèque.ademe.fr/batiment/7712-avis-d-experts-les-data-centers-ou-centres-de-donnees.html>

²⁴ <https://www.arcep.fr/mes-demarches-et-services/entreprises/fiches-pratiques/referentiel-general-ecoconception-services-numeriques.html>

²⁵ Etude Sciences Po / ELIPPS « Compréhension des usages du numérique et de leur impact environnemental », mai 2024

²⁶ <https://www.elysee.fr/admin/upload/default/0001/16/06a9854b34d98bb3e4fbf72b2b28ed3b0dd601a1.pdf>

notamment d'exposition aux écrans chez les jeunes. Il est également souhaitable d'encadrer les modèles d'affaires de certains fournisseurs de service basés sur l'économie de l'attention.

Maîtriser les effets rebond des technologies réseaux

La brique réseau ne représente aujourd'hui que 4% de l'empreinte carbone du numérique. Cependant le développement de nouvelles technologies réseaux, comme la 5G par exemple (qui est en tant que telle une technologie plus efficace que la 4G par quantité de donnée transmise), va de pair avec une croissance très importante des usages, ce qui aura des impacts directs sur les autres briques du numérique que sont les équipements et les centres de données.

La mise en place d'une tarification progressive sur les forfaits mobiles avec une première tranche gratuite puis une tarification progressive pour la consommation de datas en 4/5G permettrait de réduire la pression sur les réseaux (sous réserve d'étudier au préalable la faisabilité d'une telle mesure).

Innovation permanente : anticiper les impacts de demain

Les nouvelles technologies comme l'intelligence artificielle ou les univers immersifs vont révolutionner le monde du numérique avec le développement de nouveaux usages qui viendront bien souvent en complément des usages actuels générant des pressions supplémentaires sur l'environnement.

Les algorithmes avec l'IA générative vont par exemple engendrer des impacts environnementaux importants. Le développement des univers immersifs va également avoir des impacts directs sur la multiplication des équipements et notamment des casques de réalité virtuelle avec les impacts environnementaux associés. Enfin, l'ordinateur quantique est en cours de développement sans que l'on estime encore son impact environnemental direct et indirect.

La connaissance des impacts environnementaux associée à l'arrivée de ces nouvelles technologies est encore balbutiante et il convient de travailler dès à présent sur ce sujet en lançant notamment des études d'évaluation environnementale multicritères sur l'IA générative et en poursuivant les travaux lancés en France pour une IA plus frugale.

Focus IA générative

L'arrivée massive de l'IA générative va bouleverser nos modes de sociétés avec des répercussions sociales et économiques très importantes et notamment en termes d'emplois. L'ensemble des secteurs économiques vont être concernés par ce nouvel outil²⁷.

D'un point de vue environnemental, l'IA va probablement permettre de décarboner de nombreux secteurs économiques mais générer aussi des impacts supplémentaires importants. Elle nécessite en effet énormément de traitement de donnée lors de la phase d'entraînement des modèles (avec un nombre de paramètres qui augmente d'un facteur 1 000 à chaque nouvelle version d'outils IA) et surtout dans la phase d'utilisation avec une généralisation de la sollicitation l'IA générative dans de nombreux secteurs économiques.

Ces données à transporter et héberger ont un impact environnemental immédiat. L'Agence Internationale de l'Energie a revu ses estimations prospectives à la hausse et table, dans un scénario médian, sur une hausse de plus de 75% de la consommation des centres de données en 2026 par rapport à 2024 (un peu plus de 800 TWh contre 460 TWh).

Les acteurs majeurs de l'IA dans le monde (notamment les GAFAM) ont indiqué récemment que l'explosion des besoins en IA, et donc en puissance informatique, compromet leurs efforts de réduction des émissions carbone. Un acteur comme Google a en effet vu ses émissions de gaz à effet de serre augmenter de 13% sur un an et de 48% par rapport à 2019 (+29 % pour Microsoft par rapport à 2020).

L'IA générative aura également un impact sur les équipements entraînant un renouvellement prématuré de gammes d'ordinateurs et de smartphones « IA ready » avec des capacités de calculs beaucoup plus importantes et leurs impacts associés.

La France se positionne comme leader dans la promotion d'une IA frugale. Un groupe de travail, piloté par l'Ecolab du Commissariat Général au Développement Durable en partenariat avec l'AFNOR, et auquel l'ADEME a contribué, a permis de créer un référentiel général pour l'IA frugale²⁸. Ce document répond à trois objectifs : donner une méthode pour évaluer l'impact environnemental de l'IA, recenser les bonnes pratiques qui permettent de réduire cet impact et offrir un cadre de référence reconnu et partagé pour valoriser les savoir-faire en IA frugale.

En particulier les petits modèles spécialisés d'IA générative développés par des startups semblent être sensiblement plus sobres que les grands modèles généralistes des GAFAM. Le soutien à ce positionnement « small is beautiful » présente un triple avantage : environnemental, économique et de souveraineté. Ainsi le focus sur l'impact environnemental de l'IA devrait permettre à des entreprises françaises et européennes de gagner en compétitivité.

²⁷ <https://www.info.gouv.fr/actualite/25-recommandations-pour-lia-en-france>

²⁸ <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/posts/afnor-spec-iafrugale/>

Mesurer pour mieux comprendre et mieux concevoir

Il est important de poursuivre le travail entamé ces dernières années sur la connaissance des impacts du numérique car pour réduire et écoconcevoir, il faut connaître. L'ADEME a commencé à construire un cadre méthodologique permettant de mesurer les impacts directs et indirects du numérique pour piloter une démarche de sobriété numérique. Ces éléments de méthode doivent aussi permettre de mesurer les effets positifs, notamment en termes de consommation électrique, dans les secteurs qui misent sur une décarbonation via des outils numériques (agro-alimentaire, ville intelligente, smart grids, bâtiments, etc.).

En pratique, cela passe notamment par la création d'une base de données sectorielle intégrée à la base empreinte de l'ADEME²⁹ permettant à l'ensemble des acteurs de disposer de données gratuites notamment pour faire de l'écoconception de leurs équipements ou de leurs services. L'ADEME souhaite également poursuivre les travaux relatifs aux développements de référentiels par catégorie de produit (RCP) qui visent à définir les règles à suivre pour évaluer l'impact environnemental de son service numérique.

Soutenir les solutions numériques pertinentes pour la transition écologique

Le numérique constitue dès maintenant un levier transversal incontournable pour mettre en œuvre la transition écologique. Il faut continuer à soutenir le développement et le déploiement de solutions IT for green pertinentes. Pour ce faire, les financements ne manquent pas. Le soutien à l'innovation et en particulier l'accompagnement des start-up sont déjà très structurés, même s'ils peuvent toujours être améliorés.

Deux gardes fous sont importants à conserver. Toutes les solutions numériques ne permettent pas des gains environnementaux majeurs ou pérennes dans le temps. Il convient donc de systématiser en amont des projets les évaluations environnementales afin de s'assurer de la **pertinence des solutions** mises en œuvre. Les questions de **souveraineté numérique** (maîtrise des algorithmes sensibles, contrôle d'internet, dépendance forte à la Chine concernant beaucoup de métaux stratégiques) et de la donnée comme levier d'efficacité de l'action publique doivent éviter la captation de marché.

Au-delà du focus sur les solutions high tech portée par le l'écosystème numérique « classique » (start up, géants de la tech), l'émergence d'autres solutions devrait être soutenue :

- **Les communs numériques** sont des ressources (logiciels open source et standards ouverts) nécessaires et non compétitives dans un domaine. Les communs numériques vont donc favoriser les coopérations entre acteurs, donc réduire les coûts de développement et de maintenance.
- Plus spécifiquement les **logiciels open source** ont de nombreuses vertus notamment pour les entreprises en raison du contrôle que peuvent avoir les utilisateurs sur le logiciel. Les avantages sont ainsi nombreux comme les coûts réduits, la flexibilité dans l'usage, le risque cyber plus faible, la durabilité et la pérennité dans les mises à jour permettant de réduire l'obsolescence logicielle (par exemple, la fin du support de Windows 10 en octobre 2025 va rendre obsolète des millions d'ordinateurs), la transparence ou la moindre dépendance à un acteur. Les données ouvertes sont une obligation pour les acteurs publics.
- **La low-tech numérique** : si cette idée peut paraître contradictoire, la démarche Low tech s'applique tout à fait au numérique. Elle consiste à s'interroger systématiquement sur son besoin tout en visant à ne garder que l'essentiel, à réduire la complexité technologique, à entretenir l'existant plutôt que de le remplacer, à donner accès au plus grand nombre aux solutions et à maîtriser les usages. Il s'agit d'une démarche innovante et inventive de conception et d'évolution de produits et de services numériques et à maximiser leur utilité sociale.

Pour renforcer nos politiques de souveraineté numérique, l'ADEME propose de prioriser les financements vers des solutions numériques ouvertes (logiciel open source, données ouvertes) au service de la transition écologique tout en s'assurant d'une quantification en amont des bénéfices des solutions proposées, de privilégier l'achat et l'utilisation de logiciels open source au sein des administrations et collectivités³⁰ et lancer des appels à projets communs numérique au sein des territoires et dans des filières industrielles.

²⁹ <https://base-empreinte.ademe.fr/>

³⁰ Sur la base des recommandations de la DINUM : <https://code.gouv.fr/fr/plan-action-logiciels-libres-et-communs-numeriques/>

POUR EN SAVOIR PLUS

- Site d'information grand public : www.altimpact.fr
- Liste des principaux travaux publics : Ministère de l'aménagement du territoire et de la transition écologique¹
 - Feuille de route du CNUM en juillet 2020 en partenariat avec le Haut Conseil pour le Climat, 2020¹
 - Mission d'information du parlement sur l'empreinte environnementale du numérique, 2019- 2020¹
 - Loi AGECE 2020
 - Feuille de route gouvernementale sur le numérique & l'environnement, 2021
 - Loi REEN 2021
- Liste des principales études: Observatoire de l'impact environnemental du numérique¹