

# EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU NUMÉRIQUE EN FRANCE ET ANALYSE PROSPECTIVE

Note de synthèse réalisée par l'ADEME et l'Arcep

19 janvier 2022

## Etude Ademe – ARCEP

### Evaluation de l'impact environnemental du numérique en France

#### RESUME

Une étude basée sur une méthodologie rigoureuse qui évalue l'impact environnemental du numérique dans son ensemble

Le Gouvernement a confié, le 6 août 2020, la réalisation d'une étude conjointe à l'Agence de la transition écologique (ci-après « ADEME ») et à l'Arcep sur l'évaluation de l'impact environnemental du numérique en France.

Aujourd'hui, l'état de l'art dans ce domaine présente des études aux méthodologies peu harmonisées, peu transparentes et n'abordant l'impact environnemental du numérique que partiellement, via la seule évaluation de son empreinte carbone. L'objet de cette étude est donc de répondre au besoin d'une évaluation plus complète.

Pour ce faire, l'étude retient **une approche d'analyse de cycle de vie (ACV)** qui se base sur des normes et référentiels publics spécifiques et les plus complets possible afin d'avoir :

- un périmètre plus englobant via une décomposition du numérique **en trois briques matérielles que sont les terminaux, les réseaux et les centres de données** (c'est l'aspect **multi-composants de l'ACV**),
- une évaluation de l'impact environnemental du numérique via **11 indicateurs environnementaux supplémentaires en plus de son empreinte carbone** (c'est l'aspect **multicritères de l'ACV**),
- une analyse qui **intègre les impacts générés lors de toutes les étapes du cycle de vie** de chacune de ces trois briques à savoir **les phases de fabrication, distribution, utilisation et fin de vie** (c'est l'aspect **multi-étapes de l'ACV**).

Selon cette approche et en l'état des données recueillies par les prestataires, il ressort que :

- **des trois briques** qui constituent le périmètre de l'étude, **ce sont les terminaux (et en particulier les écrans et téléviseurs) qui sont à l'origine de 65 à 90 % de l'impact environnemental**, selon l'indicateur environnemental considéré,
- **à côté des impacts environnementaux liés à la consommation énergétique** (incluant entre autres l'empreinte carbone, les radiations ionisantes et l'épuisement des ressources abiotiques fossiles qui décrivent environ 64 % de l'impact) qui sont des impacts communs à de nombreux secteurs, l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (minéraux & métaux) ressort comme un critère pertinent pour décrire (de l'ordre de 27 %) l'impact environnemental du numérique,
- **de toutes les étapes** du cycle de vie des biens et services considérées, **la fabrication et l'utilisation concentrent souvent jusqu'à 100 % de l'impact environnemental**.

Par ailleurs l'étude permet également une analyse à un niveau de granularité plus fin au sein de chacune des briques dont les résultats sont présentés par la suite. Cette étude permet donc d'affiner l'évaluation de l'impact environnemental du numérique, d'apprécier concrètement la complexité de l'exercice et d'identifier les obstacles les plus structurants à lever afin d'améliorer la mesure.

**L'impact environnemental<sup>1</sup> du numérique est un sujet d'attention croissant.** De nombreux rapports ont été publiés ces dernières années alertant sur l'empreinte carbone du secteur et son évolution. Leurs conclusions doivent nous interroger au regard des engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris<sup>2</sup> de 2015 qui vise à contenir le réchauffement climatique à un niveau inférieur à 2° C et afin de répondre aux objectifs 2030 et 2050 de la Commission Européenne.

Ainsi, **le numérique représenterait aujourd'hui 3 à 4 % des émissions de gaz à effet de serre (GES)<sup>3</sup> dans le monde et 2 % de l'empreinte carbone<sup>4</sup> au niveau national<sup>5</sup>** (phases de fabrication et d'utilisation comprises). En outre, selon le rapport de la mission d'information sur l'empreinte environnementale du numérique du Sénat, **l'empreinte carbone de celui-ci pourrait augmenter de manière significative si rien n'est fait pour la limiter** (+ 60 % d'ici à 2040 soit 6,7 % de l'empreinte carbone nationale).

Par ailleurs, le numérique **comprend d'autres facteurs d'impact environnemental** que l'empreinte carbone ayant pour l'heure fait l'objet de beaucoup moins d'évaluation. L'étude de GreenIT.fr<sup>6</sup> alerte notamment sur la consommation de ressources abiotiques ou la consommation en eau.

Finalement, comme le relève l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ci-après « Arcep ») dans son rapport « Pour un numérique soutenable »<sup>7</sup>, si toutes les études concordent dans les tendances et ordres de grandeur à l'œuvre, en particulier concernant la question de l'empreinte carbone, elles comprennent néanmoins des variations importantes. Ces variations tiennent pour l'essentiel aux **méthodologies d'évaluation et aux données mobilisées. Elles rendent imprécise la mesure de l'évolution de l'impact environnemental du numérique là où la mise en œuvre de politiques publiques ciblées nécessiterait une vision fine et granulaire.**

C'est dans ce contexte, et après l'adoption de la loi sur la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire du 10 février 2020 (ci-après, loi « AGECE »), que **le Gouvernement a confié, le 6 août 2020, la réalisation d'une étude conjointe à l'Agence de la transition écologique (ci-après « ADEME ») et à**

---

<sup>1</sup> Dans la suite de l'étude, les termes empreinte environnementale et impact environnemental sont alternativement utilisés pour couvrir la même notion à savoir les effets sur l'environnement au-delà d'une restriction à la seule évaluation des émissions de gaz à effet de serre.

<sup>2</sup> « Accord de Paris », adopté le 12 décembre 2015 à Paris, signé le 22 avril 2016 au siège des Nations unies à New-York, et entré en vigueur le 4 novembre 2016.

<sup>3</sup> The Shift Project, Lean ICT : Pour une sobriété numérique, octobre 2018 ; GreenIT.fr, Empreinte environnementale du numérique mondiale, septembre 2019 ; CGE, Réduire la consommation énergétique du numérique, décembre 2019.

<sup>4</sup> L'étude conduite fait explicitement mention de changement climatique mais la note présentée ici utilisera le terme d'empreinte carbone. Le terme changement climatique tel qu'utilisé dans l'étude recouvre en réalité l'empreinte carbone qui est la source du changement climatique observé.

<sup>5</sup> Sénat, Rapport d'information – Pour une transition numérique écologique, juin 2020.

<sup>6</sup> GreenIT.fr, Empreinte environnementale du numérique mondiale, septembre 2019.

<sup>7</sup> Arcep, Pour un numérique soutenable – conjuguer développement des usages et réduction de l'empreinte environnementale du numérique, décembre 2020.

**l'Arcep sur l'évaluation de l'impact environnemental du numérique en France.** La mission confiée vise notamment à :

- **qualifier l'empreinte environnementale actuelle et à venir des infrastructures des réseaux fixes et mobiles,**
- **identifier et évaluer les différents facteurs qui permettent de quantifier l'empreinte environnementale du numérique** (comprenant les centres de données, terminaux<sup>8</sup>, et différents usages supportés),
- **définir des leviers d'action ou des bonnes pratiques** de court, moyen et long termes pour réduire les impacts environnementaux du numérique.

Cette synthèse présente les objectifs et principaux résultats de l'étude, qui a été réalisée par un consortium composé de Deloitte, Negaocet<sup>9</sup> et l'IDATE. Ce consortium rassemble des expertises en matière d'évaluation environnementale, des compétences techniques, des compétences en matière de prospective et des connaissances sur les usages des biens et services du numérique et leurs évolutions, nécessaires à la réalisation de cette étude.

L'étude est structurée en trois tâches distinctes.

**La première partie** de l'étude comprend notamment une revue bibliographique des méthodologies et des études sur l'évaluation environnementale du numérique. Cette revue est complétée d'un état des lieux des technologies et d'auditions d'acteurs agissant en France sur les aspects environnementaux du numérique.

**Une seconde partie** de l'étude vise à évaluer l'impact environnemental du numérique en France, ainsi qu'une évaluation de l'impact des foyers et entreprises généré par un an de consommation de biens et services du numérique en France. L'étude adopte une approche par analyse de cycle de vie (ACV) de l'ensemble des équipements basés sur le sol français (terminaux<sup>10</sup>, réseaux et centres de données). Cette ACV est **multicritère** pour évaluer d'autres impacts sur l'environnement que l'empreinte carbone à l'aide de **onze autres indicateurs**. Elle est également **multicomposant** pour fractionner l'impact environnemental du numérique en trois briques (terminaux, réseaux et centres de données). **Cet écosystème est composé à la fois d'acteurs présents sur le territoire national et à l'étranger**, et la frontière entre le secteur des Technologies de l'Information et des Communications (TIC) et le secteur des loisirs et des médias (E&M) est ténue. Enfin, elle est également **multi-étapes** pour intégrer les impacts générés lors de toutes les étapes du cycle de vie de chacune de ces trois briques (fabrication, distribution, utilisation et fin de vie). Par ailleurs, afin de respecter les normes de communication environnementale et renforcer la solidité de l'étude, une revue critique conforme aux normes a été réalisée par 3 rapporteurs externes.

**La troisième partie** de l'étude qui devrait être disponible à la fin du premier semestre 2022 concernera les travaux prospectifs d'évaluation à horizon 2030 et 2050 de l'impact environnemental du numérique en France (incluant le déploiement futur des nouveaux réseaux qui viendront compléter et remplacer l'actif existant au moment de cette évaluation). Concernant les travaux prospectifs à 2050, ceux-ci seront réalisés sur la base des 4 scénarios ADEME 2050 pour atteindre la neutralité carbone présentés le 30 novembre dernier.

---

<sup>8</sup> Les équipements utilisateurs mobilisés pour la consommation de services numérique tels que les ordinateurs, téléphones, tablettes, écrans, téléviseurs, box, consoles de jeu, enceintes, objets connectés, etc.

<sup>9</sup> Negaocet est lui-même un consortium composé de LCIE Bureau Veritas, APL DATACENTER, GreenIT.fr, 3bis – DDemain.

<sup>10</sup> Les équipements utilisateurs mobilisés pour la consommation de services numérique tels que les ordinateurs, téléphones, tablettes, écrans, téléviseurs, box, consoles de jeu, enceintes, objets connectés, etc.

L'objectif du présent support est de présenter les principaux résultats des deux premières parties de l'étude.

## 1 Conduire une évaluation de l'empreinte environnementale complète et rigoureuse nécessite de collecter des données et d'en ouvrir l'accès

**La revue bibliographique met en évidence une forte hétérogénéité des méthodologies appliquées** dans les études publiées qui ne citent que rarement les référentiels et normes sur lesquelles elles s'appuient. **Cette situation s'observe en dépit de l'existence de normes spécifiques** permettant une analyse du cycle de vie multicritère des biens et services mobilisés dans le numérique.

A côté des référentiels de quantification généralistes mobilisés par l'ADEME pour cette étude (ISO 14040, ISO14044<sup>11</sup> et BP-X-30 323-0<sup>12</sup>), l'étude identifie aussi des recommandations spécifiques aux TIC telles que **définies par l'Union Internationale des Télécommunications** (ci-après « ITU ») et déclinées à travers la série L ITU<sup>13</sup> que l'étude considère à ce jour comme **l'approche la plus complète** :

- elle permet une harmonisation entre les analyses du cycle de vie des divers biens et services mobilisés dans le numérique,
- elle préconise une approche multicritère en recommandant une série d'indicateurs complémentaires à l'empreinte carbone,
- elle définit un périmètre d'étude le plus englobant possible.

**C'est la méthodologie retenue pour l'évaluation conduite dans cette étude<sup>14</sup>. Le respect de la conformité aux normes internationales relatives aux études ACV a par ailleurs été confirmé par la revue critique.**

Elle demeure toutefois **complexe à mettre en œuvre notamment parce qu'elle nécessite des données difficilement accessibles**. Ces constats ont été confirmés par les entretiens conduits durant lesquels l'ensemble des acteurs auditionnés a reconnu la difficulté à évaluer les impacts environnementaux du numérique de par la transversalité du secteur. **Le manque de connaissances sur certains éléments de ce secteur (impact unitaire par type d'équipement, nombre d'équipements, etc.) et le déficit de maîtrise de méthodologies partagées** accentuent encore la complexité de la mesure des impacts.

**Les travaux associés à la loi AGEC participent à réduire cette complexité par la consultation de l'ensemble des parties prenantes ainsi que par la création de données « par défaut »** qui devraient permettre de disposer d'un bon équilibre entre représentativité et facilité de mise en œuvre. **L'ADEME poursuit également ses travaux afin de préciser les méthodologies existantes pour des catégories de produits notamment par la définition de *Product Category Rules*** (ci-après « PCR ») notamment via le

---

<sup>11</sup> L'ISO 14040:2006 et l'ISO 14044 :2006 spécifient les principes et le cadre applicables à la réalisation d'analyses du cycle de vie comprenant la définition des objectifs et du domaine d'application ACV, la phase d'inventaire du cycle de vie, la phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie, la phase d'interprétation du cycle de vie, la communication et la revue critique de l'analyse du cycle de vie, les limitations de l'analyse du cycle de vie, la relation entre les phases de l'analyse du cycle de vie et les conditions d'utilisation des choix de valeurs et des éléments facultatifs.

<sup>12</sup> Principes généraux pour l'affichage environnemental des produits de grande consommation.

<sup>13</sup> Série de recommandations de l'ITU concernant plus particulièrement le thème « Environnement et TICs, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique, construction, installation et protection des câbles et autres composant des installations extérieures ».

<sup>14</sup> Une revue critique a donc été conduite en parallèle de l'étude par un autre prestataire afin de vérifier spécifiquement la conformité aux référentiels ISO 14040 et ISO 14044. Le prestataire a par ailleurs fourni une analyse de conformité aux normes spécifiques mentionnées plus tôt.

consortium Négaoctet. Deux référentiels ont déjà été produits (PCR Services Numériques et PCR Fourniture d'Accès à Internet) et d'autres travaux ont été lancés (PCR pour les Réseaux professionnels et PCR pour Data-center et services Cloud). Il s'agit de soutenir et de développer plus avant encore cette démarche.

**Sur les données d'impact<sup>15</sup> la base de données « IMPACTS » mise à disposition par l'ADEME représentera un outil précieux. Concernant les données d'inventaire<sup>16</sup> en particulier, l'extension des pouvoirs de collecte de l'Arcep devrait permettre, par la mise en place d'un baromètre environnemental, d'ouvrir l'accès à certaines données nécessaires pour affiner la mesure de l'impact environnemental du numérique en France.**

Au surplus, l'étude souligne la nécessité de **former les acteurs de l'écosystème pour les accompagner dans la mise en œuvre de la méthodologie de mesure des impacts environnementaux.**

## **2 Une empreinte carbone du numérique en France à hauteur de 16,9 Mt CO2 eq. concentrée sur les terminaux et la phase de fabrication**

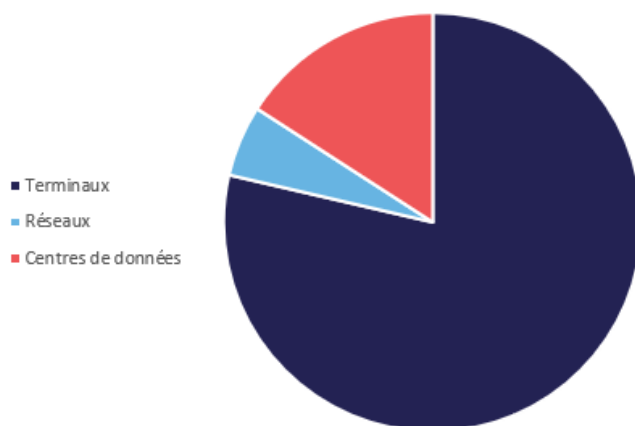
**L'empreinte carbone générée par un an de consommation de biens et services du numérique en France représente actuellement 2,5 % du total de l'empreinte carbone** annuelle de la France soit 16,9 Mt CO2 eq.<sup>17</sup>. Cette empreinte correspond à **253 kg CO2 eq. par an et par Français**. La consommation électrique annuelle induite par les biens et services numériques en France est de 48,7 TWh soit l'équivalent d'environ **10 % de la consommation électrique annuelle française**. **L'empreinte carbone du numérique est majoritairement liée aux terminaux** (qui pèsent pour 79 % de l'empreinte, suivis par les centres de données (plus de 16 %) puis les réseaux (autour de 5 %)). La phase de fabrication des équipements (terminaux, serveurs, box,...) représente 78 % du total alors que la phase d'utilisation représente 21 %.

---

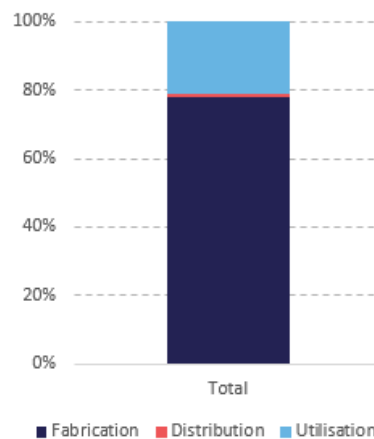
<sup>15</sup> Données sur l'impact des équipements (par exemple sur l'empreinte carbone associée à la production d'un équipement).

<sup>16</sup> Données faisant l'inventaire des différents types d'équipements mobilisés pour le numérique.

<sup>17</sup> L'équivalent CO2 (CO2 eq.) est, pour un gaz à effet de serre, la quantité équivalente de dioxyde de carbone (CO2) qui provoquerait le même forçage radiatif que ce gaz, c'est-à-dire qui aurait la même capacité à retenir le rayonnement solaire.



Part de l'empreinte carbone associée à chaque brique du numérique



Part de l'empreinte carbone associée à chaque phase de l'ensemble des trois briques

Les **analyses de sensibilité** conduites dans le cadre de cette étude indiquent cependant une **variation des résultats large**. Cette situation appelle à la prudence quant à la **robustesse des résultats à un niveau plus granulaire** (e.g. une analyse par type de foyers ou d'entreprises ou par segment de réseaux). Ces résultats restent ainsi des estimations et montrent par ailleurs qu'il est essentiel de **poursuivre ce travail en levant les obstacles identifiés au déploiement d'une mesure plus robuste et précise**.

### 3 L'impact environnemental du numérique ne se limite pas à son empreinte carbone

Cette étude évalue également **l'impact environnemental du numérique en France pour la première fois via 12 indicateurs environnementaux** : épuisement des ressources abiotiques – (fossiles, minérales & métaux), acidification, écotoxicité, empreinte carbone, radiations ionisantes, émissions de particules fines, création d'ozone, matières premières, production de déchets, consommation d'énergie primaire, consommation d'énergie finale.

Ainsi l'étude, dans **un premier temps, fournit des évaluations chiffrées de ces indicateurs de l'impact environnemental du numérique (exprimées à ce stade dans différentes unités selon l'indicateur évalué : kg CO2 eq. pour l'empreinte carbone, MJ<sup>18</sup> pour l'épuisement des ressources abiotiques**

<sup>18</sup> Le joule est une unité dérivée du système international pour quantifier l'énergie. Concernant les ressources abiotiques fossiles cela correspond à la quantité d'énergie primaire contenue dans les différentes ressources fossiles extraites de la Terre.

**fossiles, kg Sb eq<sup>19</sup>. pour l'épuisement des ressources abiotiques naturelles, kBq U235 eq<sup>20</sup>. pour les radiations ionisantes, etc.). Pour être interprétés relativement aux autres et identifier les indicateurs environnementaux peu affectés par le numérique, les résultats chiffrés de cette évaluation sont normés<sup>21</sup> par leur équivalent en habitant du monde<sup>22</sup> puis pondérés. Cependant il convient de souligner qu'il n'existe pas de consensus scientifique pour comparer précisément ces indicateurs<sup>23</sup>.**

**Ainsi, à côté des impacts environnementaux notamment liés à la consommation énergétique (incluant entre autres l'empreinte carbone, les radiations ionisantes et l'épuisement des ressources abiotiques fossiles qui décrivent environ 64 % de l'impact) qui sont des impacts communs à de nombreux secteurs, l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (minéraux & métaux) ressort comme un critère pertinent pour décrire (de l'ordre de 27 %) l'impact environnemental du numérique.**

**L'empreinte carbone est donc loin d'être la seule source d'impact sur l'environnement et justifie le recours à une approche multicritère.**

Par ailleurs, il convient de noter que le mix électrique a une influence sur plusieurs de ces indicateurs au-delà de l'empreinte carbone. Ainsi un mix électrique basé sur le nucléaire comme en France influencera à la baisse la part de l'empreinte carbone (par une électricité moins carbonée) et à la hausse la part des radiations ionisantes.

**Cette étude permet également de mettre en évidence l'impact environnemental important de :**

- **la phase de fabrication** sur l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (métaux & minéraux) et sur l'empreinte carbone ;
- **la phase d'utilisation** sur l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (fossiles) et les radiations ionisantes ;

---

<sup>19</sup> À chaque kg de ressource abiotique naturelle extraite est affecté un coefficient de pondération qui est fonction de sa rareté. L'antimoine (Sb) a été choisi comme ressource rare de référence et a par convention un coefficient de rareté égal à 1.

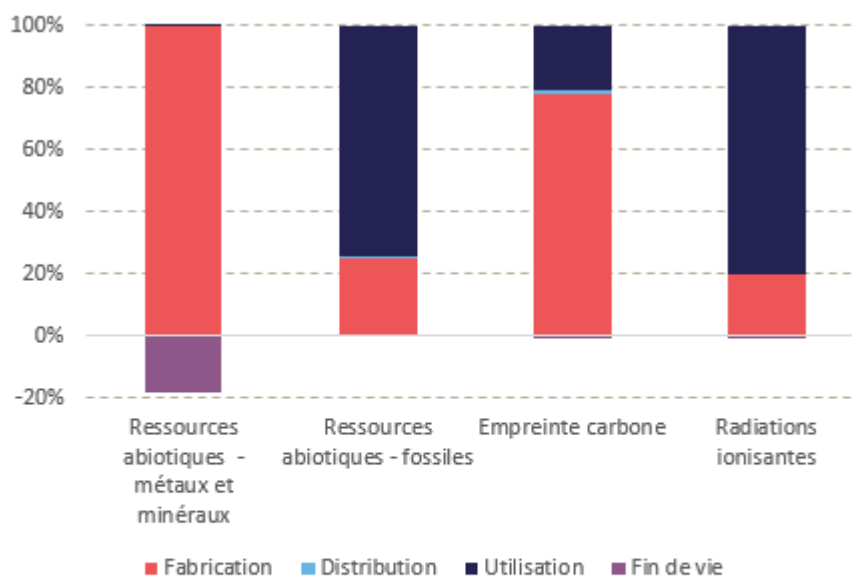
<sup>20</sup> Le becquerel (Bq) est l'unité dérivée du système international pour décrire l'activité d'une certaine quantité de matières radioactives (i.e. le nombre de désintégrations qui s'y produisent par seconde).

<sup>21</sup> Méthode PEF/OEF (EF 3.0) du JRC (Joint Research Center), publiée le 20 novembre 2019.

<sup>22</sup> Autrement dit, les impacts sont calculés en considérant la quantité de personnes générant le même niveau d'impact, en considérant une répartition homogène des impacts sur l'ensemble des habitants de la Terre. Par exemple, une valeur de 50 pour l'empreinte carbone signifie que l'impact environnemental associé est équivalent à l'empreinte carbone annuelle de 50 personnes dans le monde.

<sup>23</sup> Par exemple un chiffre d'émissions de gaz à effet de serre est mesuré en kg CO<sub>2</sub> eq. là où un chiffre d'épuisement des ressources abiotiques fossiles est mesuré en MJ. Comparer des kg CO<sub>2</sub> eq. avec des MJ (et d'autres indicateurs exprimés dans des unités différentes) nécessite donc une étape de normalisation/pondération qui peut entraîner certains biais lors de l'interprétation de ces résultats et implique donc de regarder ces « comparaisons » d'impacts environnementaux avec prudence en l'absence de consensus scientifique quant à la méthodologie à appliquer.





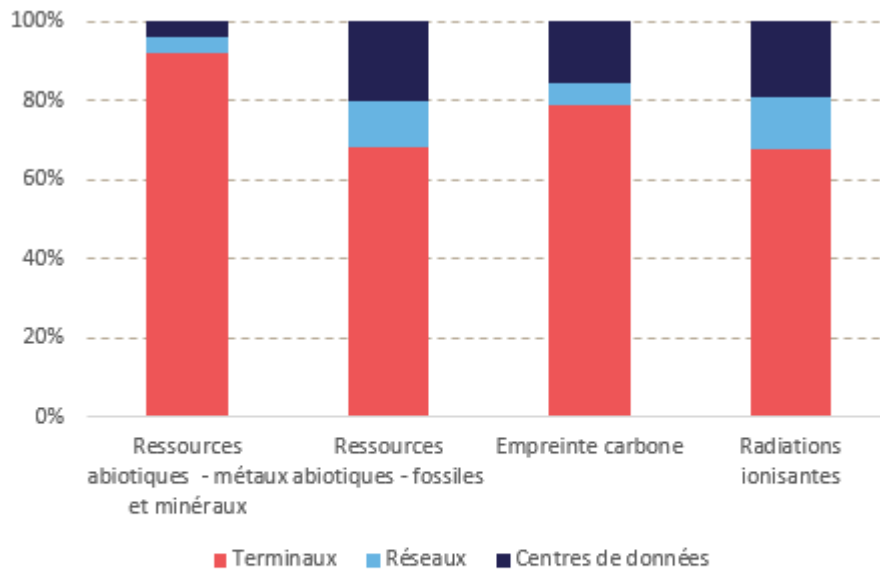
### Répartition des impacts environnementaux de l'ensemble des trois briques du numérique par phase

La répartition des impacts environnementaux entre phase d'utilisation, de fabrication, de distribution et de fin de vie<sup>24</sup> est globalement la même pour les briques terminaux et centres de données. Autrement dit, la phase de fabrication concentre la majorité des impacts pour l'empreinte carbone et les ressources abiotiques naturelles (métaux et minéraux), que ce soit pour les terminaux ou les centres de données<sup>25</sup>.

Enfin, les terminaux sont les plus gros vecteurs d'impact pour tous les indicateurs considérés suivis par les centres de données puis les réseaux.

<sup>24</sup> Les résultats de l'étude sur la répartition des impacts environnementaux pour l'ensemble des trois briques du numérique entre les différentes phases du cycle de vie ont été normalisés pour faciliter leur interprétation par le lecteur.

<sup>25</sup> A contrario la phase d'utilisation des terminaux et des centres de données concentre l'essentiel des impacts pour les ressources abiotiques naturelles (fossiles) et les radiations ionisantes.



Répartition des impacts environnementaux par brique du numérique

#### 4 Un impact environnemental concentré sur les terminaux

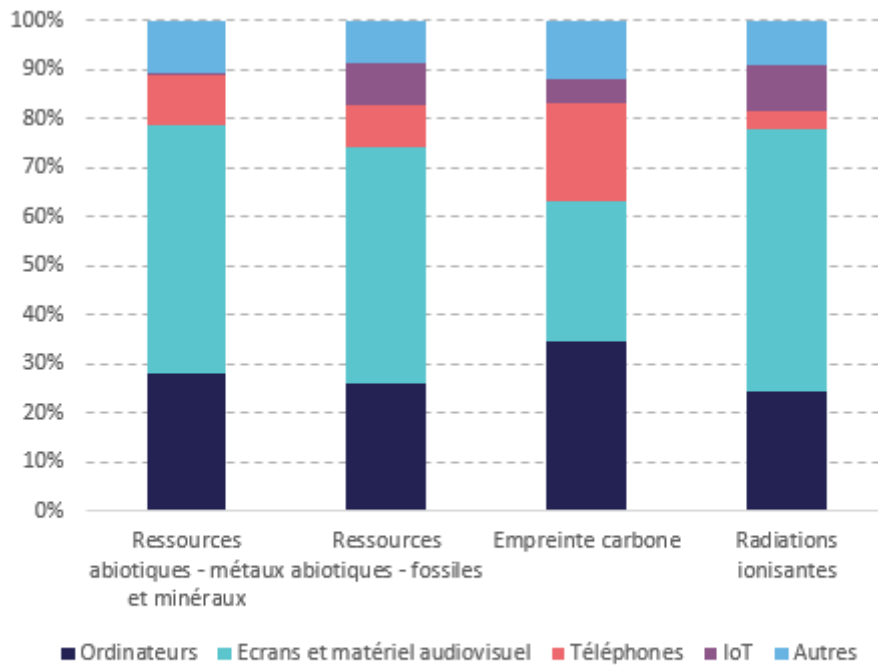
Comme évoqué précédemment, l'essentiel de l'impact environnemental du numérique provient des **terminaux**, quel que soit l'indicateur considéré parmi les quatre identifiés. Ils représentent **a minima 65 % des impacts et jusqu'à plus de 90 %** pour l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (métaux et minéraux).

Les terminaux regroupent de nombreux équipements différents<sup>26</sup>, avec des impacts environnementaux variés. La **catégorie « écrans et matériel audiovisuel » emportent la majorité des impacts pour tous les indicateurs considérés** (suivi de la catégorie « ordinateurs »).

Si l'impact des téléphones<sup>27</sup> est substantiel, il est loin d'être majoritaire. Les mesures visant l'allongement de la durée d'usage des terminaux doivent en conséquence aller bien au-delà de ces derniers.

<sup>26</sup> Ci-après, une liste non exhaustive de terminaux considérés dans l'étude comme les ordinateurs fixes et portables, les tablettes, les smartphones, les téléphones fixes, écrans d'ordinateurs, téléviseurs, rétroprojecteurs, Box TV, consoles de jeux vidéo de salon et portables, etc.

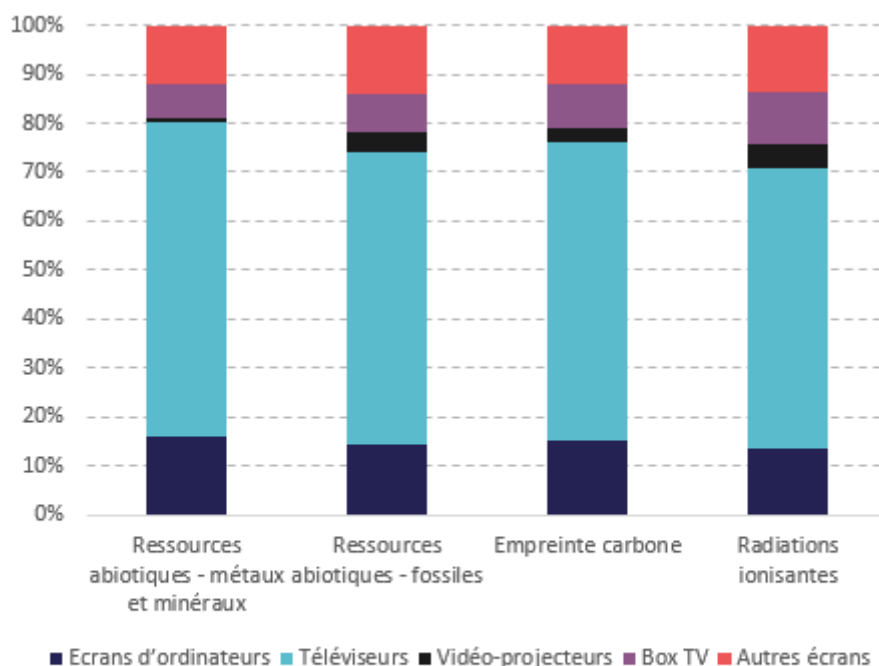
<sup>27</sup> La catégorie « téléphones » se décompose en smartphones, feature phones et téléphones (lignes fixes). Pour presque tous les indicateurs environnementaux, les smartphones emportent environ 80 à 90% de l'impact (excepté les radiations ionisantes où la consommation électrique des lignes fixes de téléphone fait diminuer cette part à 32 %).



### Impacts environnementaux par type d'équipement au sein de la brique « terminaux »

Les **équipements IoT** représentent pour l'heure une part assez faible (moins de 7 %) de l'empreinte des terminaux. Leur **potentiel de développement de marché pourrait cependant modifier les effets environnementaux associés**, que la partie prospective de l'étude attendue pour la fin du semestre 2022 vise à adresser.

Au sein de la catégorie « écrans et matériel audiovisuel », les box TV représentent une part assez marginale de l'impact environnemental alors que les téléviseurs représentent une part largement majoritaire (probablement liée aussi, à un niveau d'équipement des foyers français supérieur aux autres écrans considérés) suivis des écrans d'ordinateurs. **Il paraît donc nécessaire d'adresser l'impact environnemental de l'ensemble des terminaux et notamment des plus dimensionnants d'entre eux (téléviseurs, ordinateurs, etc.).**

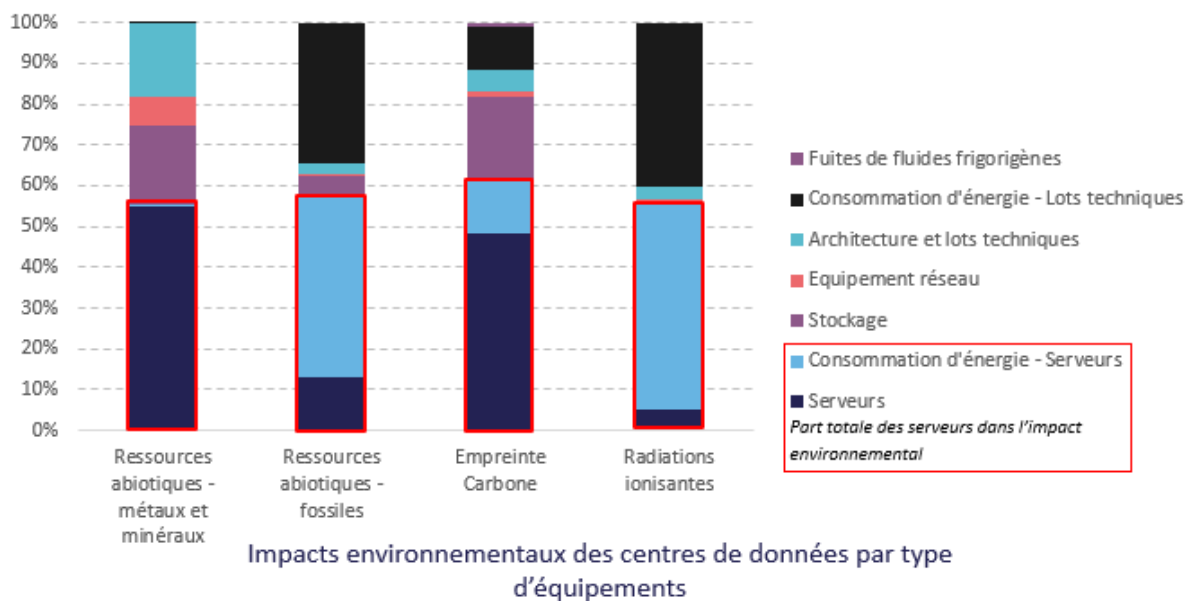


Impacts environnementaux au sein de la catégorie de terminaux « écrans et matériel audiovisuel »

## 5 L’empreinte environnementale des centres de données : la part prépondérante des serveurs

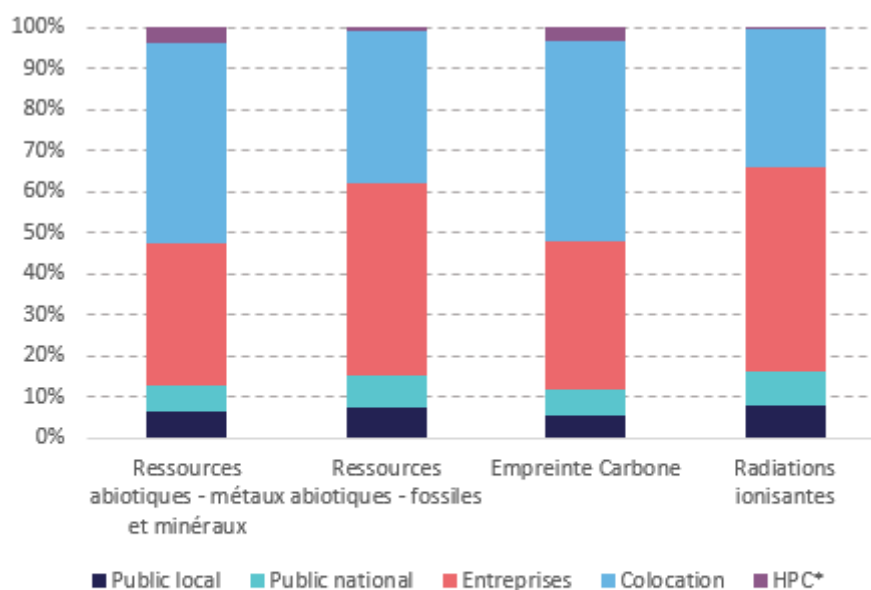
Les centres de données représentent le second vecteur d’impacts environnementaux sur trois des quatre indicateurs considérés.

En analysant plus en détail les équipements constituant un centre de données, ce sont les serveurs en particulier et le stockage dans une moindre mesure qui génèrent le plus d’impact sur l’épuisement des ressources abiotiques naturelles (métaux et minéraux) et l’empreinte carbone. L’impact des centres de données sur l’épuisement des ressources abiotiques naturelles (fossiles) et les radiations ionisantes est essentiellement dû à la consommation d’énergie des serveurs et des lots techniques. **Ce sont les serveurs qui dans tous les cas génèrent le plus d’impact via leur fabrication et leur utilisation.**



Enfin, **l'étude met en évidence le rôle des serveurs d'entreprises et de colocation** (centres de données au sein desquels plusieurs clients hébergent et opèrent leurs propres équipements informatiques) **qui sont à l'origine de l'essentiel des impacts** (plus de 80 % pour chaque indicateur environnemental). L'étude ne permet cependant pas de déterminer dans quelle mesure ces résultats sont le fruit d'un effet « volume » lié au nombre de serveurs d'entreprises et de colocation ou si un sujet particulier doit être adressé. Par ailleurs, il convient de noter que ce sont uniquement les centres de données présents sur le territoire national qui sont modélisés<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> La modélisation n'inclut donc pas l'impact environnemental des centres de données étrangers mobilisés pour des usages sur le territoire national et n'exclut pas l'impact environnemental des centres de données nationaux mobilisés pour des consommations à l'étranger.



Impacts environnementaux des centres de données par type de centres de données

\*HPC: High Performance Computing – centres de données dédiés aux calculs intensifs

## 6 L'impact environnemental des réseaux dominé par la phase d'utilisation et une modélisation encore à affiner

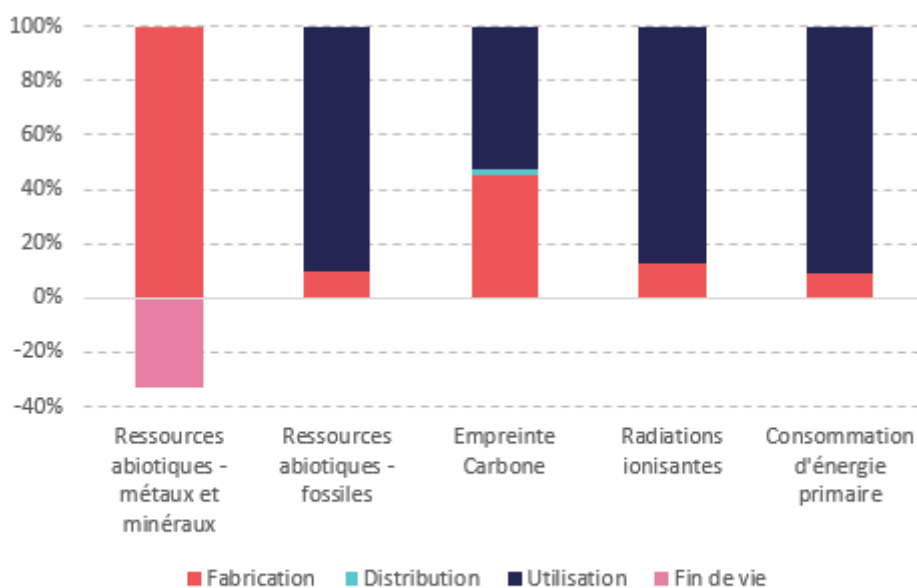
Sur l'ensemble des trois briques, **les réseaux représentent le dernier vecteur d'impacts environnementaux** pour les quatre indicateurs considérés : de l'ordre de 5 % des impacts environnementaux du numérique pour l'empreinte carbone et l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (minéraux & métaux) et un peu plus de 10 % pour l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (fossiles) et les radiations ionisantes.

Le rapport réalisé par le cabinet Citizing pour la mission d'information sur l'empreinte environnementale du numérique du Sénat<sup>29</sup> indiquait que la **consommation d'énergie primaire était largement due à la phase d'utilisation (87 % contre 13 % pour la phase de fabrication)**. Ces résultats sont en ligne avec les résultats de l'étude réalisée ici mais **la dimension multicritère de cette dernière met également en évidence des impacts associés à la phase de fabrication des réseaux importants pour certains des critères étudiés**<sup>30</sup>. En effet, la phase de fabrication des réseaux<sup>31</sup> est à l'origine de l'ensemble de l'impact sur les ressources abiotiques (métaux et minéraux) et d'un impact relativement important (de l'ordre de 45 %) sur l'empreinte carbone. Pour le reste, c'est essentiellement la phase d'utilisation qui génère le plus d'impact.

<sup>29</sup> Citizing, Empreinte carbone du numérique en France : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages ? juin 2020.

<sup>30</sup> Les résultats de l'étude sur la répartition des impacts environnementaux de la brique des réseaux entre les différentes phases du cycle de vie ont été normalisés pour faciliter leur interprétation par le lecteur.

<sup>31</sup> Les box ont été intégrées dans la partie réseaux.



### Impacts environnementaux des réseaux par phase

Par ailleurs, les **réseaux fixes concentrent la majorité des impacts** (entre 75 et 90 % des impacts suivant l'indicateur). Mais, **rapporté à la quantité de Go consommée** sur chaque réseau, **l'impact environnemental des réseaux fixes devient inférieur à celui des réseaux mobiles. Par Go consommé, les réseaux mobiles ont près de trois fois plus d'impact que les réseaux fixes pour l'ensemble des indicateurs environnementaux étudiés.** En ce sens, les résultats de l'étude sont en ligne avec les précédentes études conduites sur le sujet. Néanmoins, il s'agit d'une allocation comptable de l'impact (par Go) à but illustratif qui **ne vaut pas pour comparaison de l'efficacité des réseaux fixe et mobile.** En effet, **les réseaux ont une consommation très largement fixe et indépendante du trafic** (plutôt fonction du degré de couverture géographique). **L'augmentation du trafic a donc pour effet de baisser l'impact environnemental par Go de données** et peut augmenter l'impact environnemental total associé aux réseaux mais pas de manière proportionnelle.

Des travaux complémentaires seraient nécessaires pour approfondir ces résultats **à un niveau plus granulaire.** En effet, il n'a **pas été possible lors de l'étude de disposer de données plus fines concernant la consommation des réseaux pour chaque segment** (accès, collecte et cœur de réseaux) alors que la phase d'utilisation représente généralement la source principale, à tout le moins significative, d'impacts environnementaux. Par ailleurs, la consommation énergétique des réseaux utilisée dans le calcul de l'impact environnemental du numérique provient d'une consommation à l'échelle mondiale<sup>32</sup> qui a d'abord été ramenée à une consommation à la maille européenne par le rapport ICT<sup>33</sup> puis ramenée à une consommation nationale dans cette étude. Cette approche entraîne de l'incertitude liée à cette double extrapolation (en l'absence de données disponibles au niveau français) et met en exergue le besoin de données fiables pour affiner la modélisation des réseaux. **La collecte de l'Arcep réalisée auprès des opérateurs de communications électroniques permettra ainsi**

<sup>32</sup> IEA-4E, Intelligent Efficiency For Data Centres & Wide Area Networks, Report Prepared for IEA-4E EDNA, May 2019

<sup>33</sup> ICT report: European Commission, ICT Impact study, Final report, prepared by VHK and Viegand Maagøe for the European Commission, July 2020, p.73

**à terme d'utilement compléter cet exercice** de modélisation par des mesures au niveau national évitant ainsi de potentiels biais liés à l'extrapolation.



## Conclusion

**Cette étude permet d'affiner l'évaluation de l'impact environnemental du numérique.** Au-delà de l'évaluation elle-même, l'étude **confirme la complexité de l'exercice et identifie les obstacles les plus structurants à lever afin d'améliorer la mesure.** Ce travail d'évaluation est une étape d'un chantier à plus long terme pour :

- **affiner et diffuser une méthodologie éprouvée et opérationnelle** : certains aspects doivent encore être précisés et la méthodologie diffusée plus largement. En effet, peu de praticiens de la mesure sont sensibilisés aux spécificités du numérique et aux recommandations et normes méthodologiques pertinentes ;
- **permettre l'accès à un plus grand nombre de données** (d'inventaire et d'impact). Concernant les données d'inventaire, elles sont bien souvent soumises au secret des affaires et comprennent des informations sensibles pour les acteurs du secteur. Concernant les données d'impact, il n'existe pas, pour l'heure, de base de données à jour suffisamment exhaustive, complètement audité et libre d'accès. **C'est l'objectif que vise l'ADEME avec la mise en place de la base impact.** Par ailleurs, **l'extension du pouvoir de collecte de l'Arcep devrait représenter un élément important** permettant d'avancer plus efficacement. Il est finalement indispensable de s'appuyer sur **l'expertise existante au sein de l'écosystème** avec de nombreuses initiatives lancées par les acteurs du secteur.

**Cette étude représente un travail original dans son approche multicritère.** Elle a ainsi permis d'identifier quatre indicateurs environnementaux pertinents pour décrire l'impact environnemental du numérique en France renforçant la nécessité d'avoir une approche ACV multicritère :

- les radiations ionisantes,
- l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (métaux et minéraux),
- l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (fossiles),
- l'empreinte carbone.

Elle **confirme que les terminaux sont à l'origine de l'essentiel des impacts (de 65 à 90 %)**, pour tous les indicateurs suivi des centres de données (de 4 à 20 %) puis des réseaux (de 4 à 13 %). Il apparaît donc impératif d'adresser l'impact environnemental de l'ensemble des terminaux et notamment des plus dimensionnants d'entre eux (téléviseurs, ordinateurs, etc.). Pour autant, la question doit être adressée globalement. En effet, cette répartition d'impact ne doit pas occulter la dimension écosystémique du numérique : l'interdépendance entre terminaux, réseaux et centres de données créée par les usages doit être prise en compte dans l'élaboration de politiques publiques adressant le sujet de l'impact environnemental du numérique dans son ensemble. Tous les acteurs de l'écosystème doivent prendre leur part pour un numérique soutenable.

L'analyse multi-étapes permet également de mettre en évidence **le poids de la phase de fabrication qui est souvent la principale source d'impact (supérieur à 80 %) et qui confirme l'importance de politiques visant à allonger la durée d'usage des équipements numériques** à travers la durabilité des produits, le réemploi, le reconditionnement, l'économie de la fonctionnalité ou la réparation. Suivant les indicateurs considérés, **la phase d'utilisation peut aussi représenter le vecteur principal d'impact environnemental du numérique (jusqu'à environ 80 % pour l'épuisement des ressources abiotiques naturelles (fossiles) et les radiations ionisantes).**

Les travaux des deux institutions déjà engagés devraient aider à lever certains des obstacles identifiés. En particulier, **les travaux de l'ADEME afin de préciser les méthodologies existantes** pour des catégories de produits continuent. De son côté, **l'Arcep poursuit ses travaux pour la définition d'un baromètre environnemental du numérique**. Enfin, l'ADEME et l'Arcep continueront leur collaboration dans la dernière phase de cette étude, relative à l'élaboration de scénarii prospectifs, et plus généralement dans le cadre de l'observatoire des impacts du numérique créé par la loi REEN.