

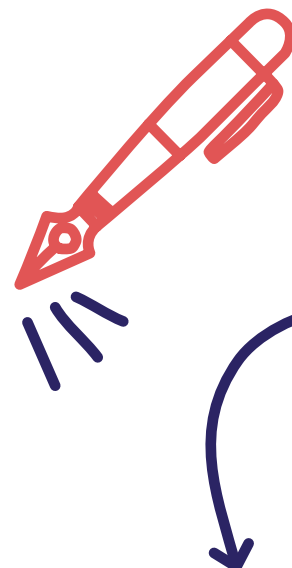
# POUR UN NUMERIQUE SOUTENABLE



Rapport d'étape, synthèse de la plateforme de travail et  
11 propositions de l'Arcep pour **conjuguer développement des  
usages et réduction de l'empreinte environnementale du numérique**

15 décembre 2020

# INTRODUCTION



L'impact des réseaux de communications électroniques, des terminaux, des centres de données et des usages du numérique sur l'environnement est un **sujet d'attention croissant** dont se saisissent peu à peu un nombre grandissant de parties prenantes. La convention citoyenne pour le climat<sup>1</sup> note d'ailleurs que si le numérique est un levier essentiel pour la transition écologique et la lutte contre le réchauffement climatique, ce dernier ne doit pas contribuer davantage à la hausse des émissions.

D'après diverses études réalisées ces deux dernières années<sup>2</sup>, **le numérique représenterait aujourd'hui 3 à 4 % des émissions de gaz à effet de serre<sup>4</sup> (GES) dans le monde et 2 % de l'empreinte au niveau national<sup>5</sup> (phase de production et phase d'utilisation comprises)**. Si ces études peuvent varier dans leurs évaluations précises, elles concordent toutes dans le diagnostic plus général qu'elles dressent.

**Le numérique représenterait aujourd'hui 3 à 4 % des émissions de gaz à effet de serre<sup>4</sup> (GES) dans le monde et 2 % de l'empreinte au niveau national**

Si cette part demeure plus faible que celles d'autres secteurs, la croissance annuelle de la consommation de numérique (volume de données, nombre de terminaux, etc.) doit interroger. En effet, selon le rapport de la mission d'information sur l'empreinte environnementale<sup>6</sup> du numérique du Sénat, **l'empreinte GES du numérique pourrait augmenter de manière significative si rien n'est fait pour la limiter** (+ 60 % d'ici à 2040 soit 6,7 % de l'empreinte GES nationale). Si elle se matérialisait, une telle évolution apparaîtrait contraire aux engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris<sup>7</sup> de 2015 qui vise à contenir le réchauffement de la planète à un niveau nettement inférieur à 2°C, et implique de la part de l'ensemble des secteurs économiques des efforts rapides et massifs pour la réduction de leur empreinte carbone<sup>8</sup>.

Par ailleurs, **le numérique comprend d'autres facteurs d'empreinte environnementale** et une étude de GreenIT<sup>9</sup> alerte notamment, au-delà de l'empreinte carbone<sup>10</sup>, sur la consommation de ressources abiotiques (eau, minéraux...) et la consommation d'énergie primaire<sup>11</sup>.

**L'Arcep a décidé de se saisir pleinement de cet enjeu** en s'appuyant sur la mission que lui a confié la loi en 2010<sup>12</sup> suite au Grenelle de l'environnement, de veiller au respect de l'environnement dans son action en lien avec le gouvernement.

1. La Convention Citoyenne pour le Climat (CCC), a été constituée en octobre 2019 par une lettre de mission du Premier ministre adressée au Conseil économique, social et environnemental. La CCC regroupe des citoyennes et citoyens tirés au sort et a pour objectif de « définir les mesures structurantes pour parvenir, dans un esprit de justice sociale, à réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40 % d'ici 2030 par rapport à 1990 ». Son rapport a été adopté le 21 juin 2020, la proposition 150 s'intitule « Accompagner l'évolution du numérique pour réduire ses impacts » <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/274855.pdf>

2. Voir notamment The Shift Project, Lean ICT : *Pour une sobriété numérique*, octobre 2018 ; GreenIT, *Empreinte environnementale du numérique mondiale*, septembre 2019 ; Arcep, *Réseaux du futur - Empreinte carbone du numérique*, octobre 2019 ; CGE, *Réduire la consommation énergétique du numérique*, décembre 2019 ou encore Citizing, *Empreinte carbone du numérique en France* : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages ?, juin 2020.

3. Au niveau national, les émissions de GES se décomposent entre émissions directes (soit les émissions directement liées à la fabrication et l'usage d'un produit ou service) et les émissions indirectes (soit les émissions liées, sur le territoire national uniquement, à la consommation d'énergie indirectement source d'émissions de GES ou à d'autres étapes du cycle de vie du produit ou service tel que le transport, recyclage, etc.). Ces émissions ne prennent pas en compte les sources d'origines étrangères mais uniquement celles situées sur le territoire national. La notion d'empreinte comprend à la fois les émissions directes et indirectes produites sur le territoire national et à l'étranger. Au niveau mondial, les émissions directes et indirectes correspondent donc à l'empreinte. Voir glossaire.

4. Voir glossaire.

5. Sénat, Rapport d'information - *Pour une transition numérique écologique*, juin 2020.

## L'empreinte GES du numérique pourrait augmenter de manière significative : si rien n'est fait pour la limiter, + 60 % d'ici à 2040 soit 6,7 % de l'empreinte GES nationale

Dans ce cadre, il faut rappeler que le **numérique constitue un puissant facteur d'évolution de la société**, tant au plan économique et social que dans la vie quotidienne de nos concitoyens et dans l'évolution des services publics. A cette aune, l'Autorité est attentive à ce que les utilisateurs des réseaux et services numériques restent maîtres de leurs choix et puissent bénéficier des apports des évolutions technologiques. Autrement dit pour l'Autorité, limiter l'impact environnemental du numérique n'est pas forcément synonyme de bridage des usages ou des technologies. Tout l'enjeu est de **combinaison le développement du numérique selon les besoins de la société et de l'économie avec une nouvelle exigence environnementale**.

Cette perspective s'inscrit dans une évolution continue de la régulation. D'abord concentrée sur l'ouverture à la concurrence, à sa création en 1997, l'Arcep a ensuite également œuvré en faveur de l'investissement pour une meilleure connectivité dans les territoires, puis s'est vue confier la défense de la neutralité du net<sup>13</sup>. **Avec l'enjeu environnemental, l'Arcep souhaite ouvrir un nouveau chapitre de sa régulation.**

## Construire collectivement la régulation de demain

Conformément au mode d'action du régulateur, l'Arcep a décidé d'amorcer la construction de ce nouveau chapitre de la régulation en dialoguant avec l'ensemble des parties prenantes. **Après avoir publié en 2019 une note sur « L'empreinte carbone du numérique<sup>14</sup> »** dans laquelle elle appelait les acteurs à contribuer pour alimenter son travail, **l'Autorité a décidé de monter en puissance et a lancé en juin dernier une plateforme de travail : « Pour un numérique soutenable »**. Afin d'associer le plus grand nombre d'acteurs malgré le contexte de distanciation sociale et la crise de la Covid-19, l'Arcep a choisi de développer une démarche entièrement en ligne. Elle s'est faite accompagner pour ce faire de Ouishare, un collectif qui interroge les transformations de la société au moyen de rencontres, d'études et d'expérimentations.

Associations, institutions, opérateurs de communications électroniques, entreprises du numérique, acteurs de la société civile, administrations et personnalités intéressées ont été invités à contribuer à travers une **série de huit rencontres** organisées en ligne entre juillet et novembre 2020, qui ont permis de partager les visions, pratiques, outils et compétences de chacun, afin d'alimenter la réflexion collective.

6. Voir glossaire.

7. « 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, [https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/french\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/french_paris_agreement.pdf)

8. Voir glossaire.

9. GreenIT, *Empreinte environnementale du numérique mondiale*, septembre 2019.

10. Pour rappel, la composante carbone (pour dioxyde de carbone ou CO2) ne représente qu'un des composants gazeux de l'empreinte GES.

11. Voir glossaire.

12. LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

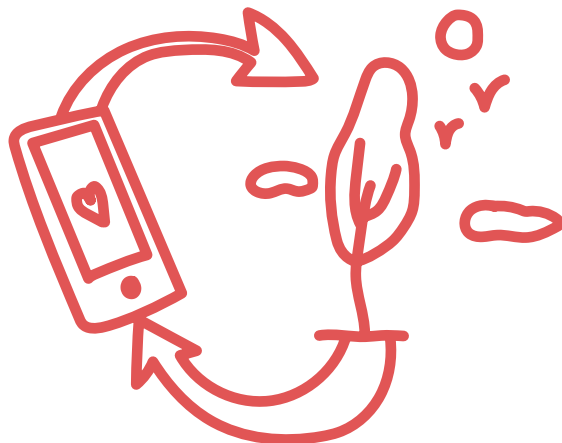
13. Voir glossaire.

L'Arcep a défini le programme de travail de sa plateforme après une première session organisée le 9 juillet 2020. Soixante-cinq participants ont été invités à partager leurs principaux points d'attention concernant tant les réseaux de communications électroniques dans leur ensemble (fixes et mobiles), que les terminaux, les centres de données et les usages, véritables moteurs de la consommation numérique et de son empreinte environnementale. Cinq ateliers thématiques sont ressortis des échanges et ont été organisés par l'Arcep à l'automne 2020 :

- **Adapter les pratiques commerciales pour un numérique soutenable ;**
- **Lutter contre les obsolescences pour un numérique soutenable ;**
- **Choisir nos réseaux pour un numérique soutenable ;**
- **Penser les services et contenus numériques pour un numérique soutenable ;**
- **Façonner les réseaux pour un numérique soutenable.**

Deux sujets d'attention particuliers, relevant davantage de questions de société se sont traduits par l'organisation de deux « grandes discussions » :

- **Comment articuler connectivité pour tous et soutenabilité du numérique ?**
- **Comment faire vivre soutenabilité du numérique et liberté de l'utilisateur ?**



**L'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI)**, en répondant à une invitation de l'Arcep, s'est saisie du caractère collaboratif de la plateforme et a également **organisé un atelier Risque cyber / Risque environnemental**, enrichissant ainsi la réflexion globale sur le numérique soutenable de thématiques qui lui sont propres.

Ces différents échanges se sont appuyés, dès l'origine, sur une plateforme de contribution en ligne afin de faire vivre les discussions et d'alimenter les travaux au-delà des ateliers.

**Le rapport présenté ici a pour objectif de relayer les positions des participants** exprimées aux ateliers de la plateforme et les contributions écrites transmises a posteriori. Il vise également à **présenter l'analyse de l'Arcep et identifier un premier plan d'action** pour développer et assurer le suivi de l'empreinte environnementale des réseaux et services de communications électroniques et permettre le déploiement d'un numérique plus soutenable.

Le présent rapport a également vocation à enrichir les réflexions initiées au niveau européen au sein du groupe des régulateurs des communications électroniques (BEREC), dont l'Arcep co-préside le groupe de travail « Sustainability » créé en avril 2020. Ce groupe d'experts a notamment pour objectif d'étudier l'impact environnemental des réseaux de communications électroniques et de recenser des bonnes pratiques permettant d'agir en cohérence avec les enjeux environnementaux.

Parallèlement à ces travaux, **l'Arcep a renforcé sa collaboration avec l'ADEME** (Agence de la transition écologique). En particulier, les deux entités ont lancé des **travaux communs** dans le cadre de la mission conjointe, confiée par le ministère de la Transition écologique et le ministère de l'Economie et des finances, et portant notamment sur la **quantification de l'empreinte environnementale** des infrastructures des réseaux fixes et mobiles et sur l'identification et l'évaluation des différents facteurs qui permettent de quantifier l'empreinte environnementale du numérique dans toutes ses dimensions (terminaux, centres de données, usages...). Ces travaux feront l'objet d'un rapport commun spécifique fin 2021.



# TABLE DES MATIÈRES

## **PARTIE 1 : [PENSER] DRESSER UN ÉTAT DES LIEUX DES ENJEUX DE SOUTENABILITÉ DU NUMÉRIQUE**

### **1.1 Une évolution des usages qui interroge sur l'empreinte environnementale du secteur**

1.1.1 Une place prépondérante du numérique en France

1.1.2 Une situation qui pose la question de l'empreinte du secteur

### **1.2 Une méthode d'analyse de l'empreinte environnementale du numérique en cours de construction**

1.2.1 Vers des méthodologies de mesure précises

1.2.2 Une approche qui doit nécessairement être coordonnée

## **PARTIE 2 : [ÉCOUTER] S'ENRICHIR DES CONTRIBUTIONS DES PARTICIPANTS À LA PLATEFORME DE TRAVAIL**

### **2.1 Ateliers et discussions - Une démarche Arcep/Ouishare centrée autour d'échanges avec les acteurs du numérique soutenable**

2.1.1 Permettre des échanges constructifs

2.1.2 Atelier n°1 : Adapter les pratiques commerciales pour un numérique soutenable

2.1.3 Atelier n°2 : Lutter contre les obsolescences pour un numérique soutenable

2.1.4 Atelier n°3 : Choisir nos réseaux pour un numérique soutenable

2.1.5 Atelier n°4 : Penser les services et contenus numériques pour un numérique soutenable

2.1.6 Atelier n°5 : Façonner les réseaux (architecture, mutualisation) pour un numérique soutenable

2.1.7 Grande discussion n°1 : Comment articuler connectivité pour tous et soutenabilité ?

2.1.8 Grande discussion n°2 : Comment faire vivre soutenabilité du numérique et liberté de l'utilisateur ?

2.1.9 Atelier partenaire organisé par l'ANSSI

### **2.2 Contributions des acteurs de la société civile**



# **PARTIE 3 : [AGIR] CONCRÉTISER ET PORTER DES PROPOSITIONS**

## **3.1 Mesurer pour assurer une meilleure surveillance par les pouvoirs publics**

**3.1.1** La régulation « par la donnée », au-delà de la transparence

**3.1.2** Améliorer la mesure pour mieux identifier les enjeux et permettre une mobilisation efficace des pouvoirs publics

**3.1.3** Identifier des indicateurs mobilisables sur l'ensemble de l'écosystème

## **3.2 Mieux intégrer l'enjeu environnemental dans les actions de l'Arcep dans sa dimension « architecte des réseaux d'échanges comme bien commun »**

**3.2.1** Objectiver les performances comparées des différentes technologies

**3.2.2** Encourager la transition des réseaux fixes vers la fibre

**3.2.3** Clarifier les enjeux sur les réseaux mobiles

**3.2.4** Agir au niveau européen et international

## **3.3 Renforcer les incitations des acteurs économiques et des utilisateurs**

**3.3.1** Inciter à la limitation des renouvellements de terminaux

**3.3.2** Encourager des pratiques plus responsables des éditeurs de service les plus consommateurs de bande passante

**3.3.3** Développer une expertise plus fine des pratiques des centres de données et de leur impact environnemental

**3.3.4** Pour donner leur pleine portée aux dispositifs de Codes de conduite : des engagements juridiquement contraignants pour enregistrer les efforts des acteurs économiques auprès du gouvernement

**3.3.5** Donner au consommateur le pouvoir de réduire son empreinte environnementale par des choix éclairés : un baromètre environnemental et des outils de mesure et de comparaison

## **CONCLUSIONS : LES 11 PROPOSITIONS DE L'ARCEP**

## **ANNEXES**

# PARTIE 1

[penser]

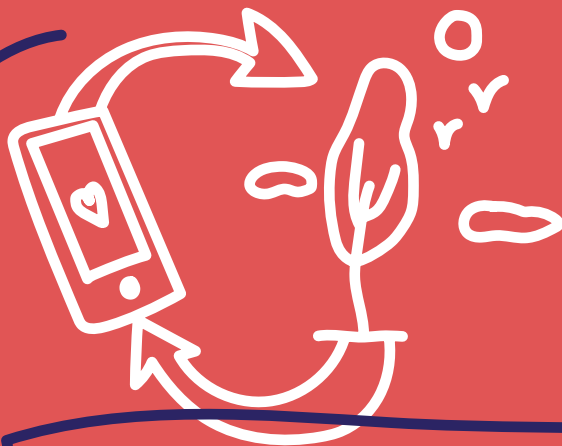
**DRESSER UN ÉTAT**

**DES LIEUX**

**DES ENJEUX**

**DE SOUTENABILITÉ**

**DU NUMÉRIQUE**



L'Arcep souhaite à travers cette partie mettre en lumière les premiers constats qui ont été établis sur l'empreinte environnementale du numérique (1.1). Les travaux déjà menés sont essentiels pour informer sur l'ampleur de cette empreinte et sur l'importance d'intégrer les préoccupations environnementales à la réflexion sur le numérique. Cependant, afin de poursuivre et approfondir les actions pour limiter l'empreinte environnementale du secteur, des travaux plus approfondis sont nécessaires et pour lesquels une méthode d'analyse reste à construire (1.2).



## Une évolution des usages qui interroge sur l'empreinte environnementale du secteur

La numérisation de notre économie, mais aussi de nos usages personnels et citoyens a rendu le **numérique incontournable** en France (1.1.1). De nouveaux produits, services et contenus accompagnent un accroissement de nos usages numériques. Si cette tendance de fond peut être source d'innovations participant de la réduction de l'empreinte environnementale d'autres secteurs, il est bien entendu aussi nécessaire de s'intéresser à **la question de l'empreinte environnementale du secteur numérique** en tant que telle (1.1.2).

### 1.1.1 Une place prépondérante du numérique en France

La place centrale du numérique en France s'observe par **l'accroissement des usages**, tant professionnels que personnels, et ainsi, par la **généralisation des équipements** et la **sollicitation accrue des réseaux** qu'ils impliquent.

L'évolution du nombre de terminaux au sein des foyers français dépend du type de terminaux considérés. Pour un certain nombre d'entre eux, la croissance semble atteindre aujourd'hui un palier. C'est par exemple le cas du téléviseur ou de l'ordinateur (respectivement autour de 90 % et 85 % des foyers en sont équipés)<sup>15</sup>. La tablette plafonne à un niveau plus bas avec environ 50 % des foyers équipés<sup>16</sup>. Quant au smartphone, il a continué sa pro-

gression rapide (de 66,9 % au T2 2017 à 77 % des foyers au T2 2020) bien qu'il semble avoir atteint une phase de maturité ces derniers trimestres<sup>17</sup>. La durée de vie plus ou moins longue et l'obsolescence plus ou moins rapide de ces terminaux impliquent par ailleurs un roulement régulier d'un stock d'équipements important en volume.

En parallèle, d'autres terminaux connaissent un développement significatif et la société Cisco estime<sup>18</sup> qu'au global, le nombre d'équipements connectés à internet (incluant notamment les équipements plus « traditionnels » précédemment évoqués) devrait passer de 18,4 milliards en 2018 à 29,3 milliards en 2023 dans le monde. L'Europe de l'Ouest (dont la France) est une des régions du monde les plus équipées avec 5,4 équipements par personne en 2018 et 9,4 prévus à horizon 2023. France Stratégie considère notamment l'essor de l'internet des objets (IoT)<sup>19</sup> (à la fois pour des usages grand public et entreprise) comme source de cette croissance<sup>20</sup> et le baromètre du numérique de l'Arcep indique que seulement 16 % des Français possèdent au moins un objet connecté en 2019<sup>21</sup> ce qui laisse présager un potentiel de développement encore important.

Ces équipements permettent la **consommation d'une multitude de services** et contenus numériques. Chaque équipement peut servir soit un grand nombre de services (les tablettes ou les smart-

15, 16 et 17. Arcep, Baromètre du numérique, 2019. Etude annuelle, menée depuis 2000 et pilotée par l'Arcep, le CGE et l'Agence du Numérique.

18. Cisco, Visual Networking Index: forecast and trends, 2018-2023, 2018.

19. D'un point de vue conceptuel, l'internet des objets caractérise des objets physiques connectés ayant leur propre identité numérique et capables de communiquer les uns avec les autres. Ce réseau crée en quelque sorte une passerelle entre le monde physique et le monde virtuel. D'un point de vue technique, cela consiste en l'identification numérique directe et normalisée (adresse IP, protocoles smtp, http...) d'un objet physique grâce à un système de communication sans fil qui peut être une puce RFID, Bluetooth ou Wi-Fi. Voir glossaire.

20. France Stratégie, *Maîtriser la consommation du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas*, octobre 2020.

21. Ces équipements peuvent tout autant concerner l'électroménager, la santé, la domotique ou la sécurité et indique que les populations les plus jeunes sont les plus attirés par ces derniers.

phones par exemple) soit à des usages très spécifiques (objet connecté dédié au suivi météorologique ou à la télé-médecine par exemple). L'apparition de nouveaux services est susceptible d'attirer plus d'utilisateurs et **d'accroître le nombre de terminaux en circulation**. De plus, dans la mesure où ces nouveaux services peuvent requérir une amélioration des équipements en circulation (nouvelles fonctionnalités, puissance de calcul supérieure...), ils pourraient être susceptibles d'accélérer leur renouvellement, aussi bien pour les entreprises que les particuliers.

Du point de vue des services numériques, de plus en plus de personnes se connectent aujourd'hui à internet (de 52 % à 88 % de la population de 12 ans et plus entre 2005 et 2019<sup>22</sup>). Cette croissance est notamment portée par la **consommation en mobilité** (de 16 à 57 % de la population entre 2011 et 2019<sup>23</sup>). L'usage s'intensifie également et les internautes passent en moyenne plus de 5 heures par jour à naviguer sur internet dont près de 2 heures sur mobile en France<sup>24</sup>. Ces **usages sont de plus en plus variés** et pour certains **très consommateurs en données**. Ainsi, le baromètre du numérique souligne l'expansion des souscriptions à des offres de vidéo à la demande par abonnement (VàDA)<sup>25</sup>, (36 % en 2019, + 11 points en un an), l'augmentation de la proportion de la population qui utilise son téléphone

mobile pour naviguer sur internet (68% en 2019 soit 4 points de plus par rapport à 2018), ou encore l'augmentation de l'utilisation des messageries instantanées<sup>26</sup>.

Ces évolutions dimensionnent nécessairement les besoins au niveau des réseaux et centres de données, principalement en termes de capacité mais également, pour certains usages comme les jeux vidéo ou la télé-médecine par exemple, en termes de qualité de service (permanence de la connexion, latence...). Ainsi, la quantité de données transportées sur les réseaux, notamment mobiles, augmente très rapidement illustrant par la même la consommation croissante de contenus et services numériques par les utilisateurs.

Selon la société Cisco<sup>27</sup>, le trafic IP Global transitant sur les réseaux de communications électroniques en 2017 était composé pour 75 % de trafic vidéo. Cisco estime que cette part devrait atteindre 82 % en 2022<sup>28</sup>. Cette croissance du trafic vidéo peut s'expliquer par la multiplication des sources de consommation de contenus vidéos (consommation audiovisuelle linéaire par internet, replay, VàDA, réseaux sociaux, échanges de vidéos dans des messageries instantanées, généralisation des publicités sous format pop-up ou bannières vidéo, etc.). Elle trouve aussi pour origine l'augmentation générale des niveaux de définition des vidéos en ligne

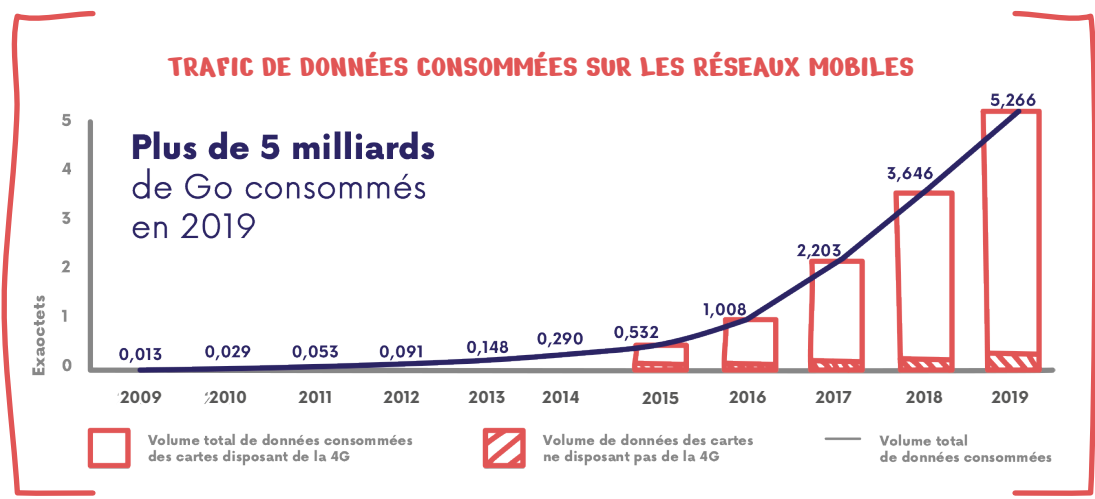


Figure 1

22 et 24. Arcep, Baromètre du numérique, 2019.

24. Hootsuite & We Are Social, Digital 2020 Global digital overview, 2020

25. La VàDA recouvre la vidéo à la demande par abonnement comme le propose des services tel que Netflix, Amazon Prime, ou encore plus récemment Salto.

26. « 62% des Français envoient des messages et 51% téléphonent via des applications, soit des hausses respectives de +9 points et +11 points en un an ». Arcep, Baromètre du numérique, 2019.

27. Cisco, VNI Global IP Traffic Forecast, 2017-2022, p.17.

28. Un autre segment plus marginal bien qu'en croissance est le jeu vidéo avec un passage de 1 % à 4 % du trafic.

L'Economie (CGE) relève ainsi que la diffusion d'un contenu en UHD génère 8 fois plus de données que la diffusion d'un contenu en haute définition (HD)<sup>29</sup> à niveau d'encodage<sup>30</sup> identique. Par ailleurs, le Shift Project<sup>31</sup> souligne que 10 heures de vidéo HD représentent davantage de données que l'intégralité des articles anglophones de Wikipédia.

La vidéo occupe une place particulière mais elle n'est pas le seul usage consommateur en bande passante. La société Sandvine<sup>32</sup> présente dans ces deux tableaux un top 10 des usages et applications les plus importants en trafic. Ce classement comprend par exemple les jeux vidéo, le partage ou le stockage de fichiers au côté de la vidéo.

Ceci n'est pas non plus sans conséquence sur la quantité de données stockées au sein des centres de données. Selon France Stratégie<sup>33</sup>, la quantité de données stockées dans les centres de données a quadruplé entre 2011 et 2016 et elle devrait tripler sur la période 2017-2022.

### 1.1.2 Une situation qui pose la question de l'empreinte du secteur

Ces évolutions d'usages conduisent à une empreinte environnementale du secteur croissante, source d'attention de plus en plus documentée. Le rapport du Shift Project<sup>34</sup> estime notamment que le numérique représenterait aujourd'hui 3 à 4 % des émissions mondiales de GES et connaîtrait une croissance de l'ordre de 8 % par an. GreenIT présente des ordres de grandeurs similaires concernant les émissions de GES au niveau mondial et alerte notamment quant aux autres facteurs d'empreinte environnementale au titre desquels la consommation en eau (via les circuits de refroidissements), l'artificialisation des sols (liée à l'exploitation minière des terres rares) et la consommation d'autres ressources abiotiques (et notamment les terres rares et autres minerais nécessaires à la fabrication des équipements terminaux)<sup>35</sup>. Au niveau national, une estimation plus précise est apportée par le cabinet Citizing dans le cadre de la mission d'information du Sénat sur l'empreinte environnementale du numérique. Ce dernier évalue l'empreinte carbone du numérique à un niveau de l'ordre de 2 % de l'empreinte nationale<sup>36</sup> et alerte sur le fait qu'elle pourrait augmenter de manière significative si rien n'est fait pour la contenir (+ 60 % d'ici à 2040 soit 6,7 % de l'empreinte carbone nationale)<sup>37</sup>.

**L'empreinte environnementale associée au numérique implique un écosystème complexe et mondialisé** associant notam-

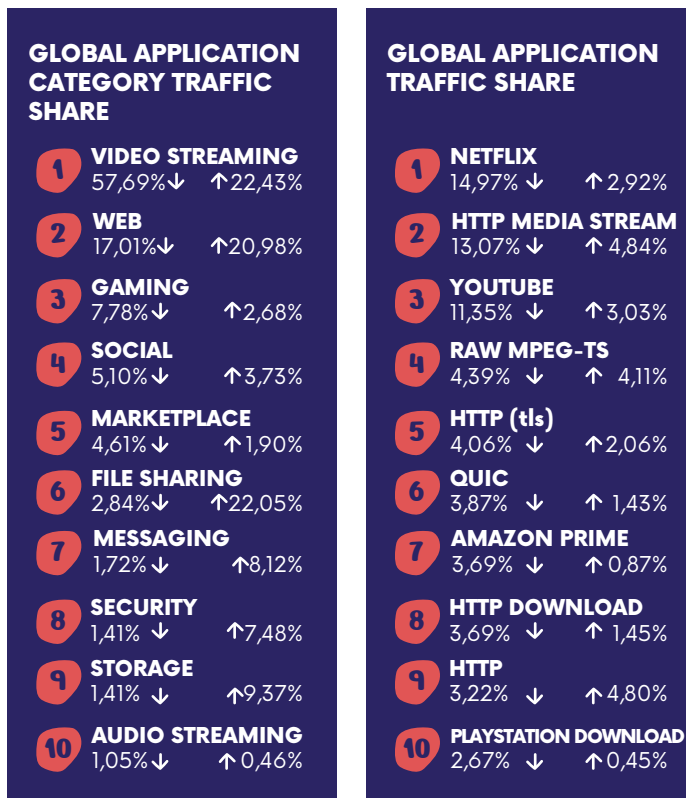


Figure 2

29. CGE, Réduire la consommation énergétique du numérique, décembre 2019.

30. Voir glossaire. Pour contenir ces effets, les fournisseurs de service travaillent à optimiser l'encodage de leur flux vidéo mais ces développements s'accompagnent pour l'instant de niveaux de définition supérieurs et la consommation de données semble donc malgré tout augmenter.

31. The Shift Project, Climat : L'insoutenable usage de la vidéo en ligne, juillet 2019.

32. Sandvine, The Global Internet Phenomena Report, pp 6-7, 2018.

33. France Stratégie, Maîtriser la consommation du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas, octobre 2020.

34. The Shift Project, Lean ICT : Pour une sobriété numérique, octobre 2018.

35. GreenIT, Empreinte environnementale du numérique mondiale, septembre 2019.

36. Sénat, Rapport d'information - Pour une transition numérique écologique, juin 2020.

37. Ces estimations supposent que la France respecte ses engagements pris lors de l'Accord de Paris en 2015 et les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone concernant les autres secteurs.



ment opérateurs de communications électroniques, centres de données, fabricants d'équipements de réseaux, de composants électroniques et de terminaux, fournisseurs de services et contenus ; chacun recourant également à une chaîne de fournisseurs et de sous-traitants. Cet écosystème n'est pas circonscrit à l'hexagone : les internautes accèdent aux différents services et contenus via des centres de données parfois situés à l'étranger et les équipements numériques sont, dans de nombreux cas, le fruit de chaînes de valeur mondialisées dont la production est située dans des pays à l'énergie plus carbonnée qu'en France.

Dans ce contexte, **les réseaux en tant que tels ne représentent qu'une faible partie de l'empreinte carbone du numérique en France, de l'ordre de 5 % selon le Sénat<sup>38</sup>**. Cela ne signifie pas pour autant que les opérateurs de communications électroniques français ne sont pas conduits à rechercher des

sources d'optimisation énergétique. Les dernières technologies déployées sont d'ailleurs souvent plus efficaces que les précédentes<sup>39</sup>. Ainsi, la fibre consomme moins que l'ADSL<sup>40</sup> sur le réseau d'accès<sup>41</sup>; de la même manière, la 5G est conçue pour consommer moins que la 4G par Go transmis, la 4G consomme moins d'énergie que la 3G par Go transmis, et la 3G moins que la 2G<sup>42</sup>.

En pratique, **les émissions directes de gaz à effet de serre des opérateurs de communications électroniques sont en majorité dues à la consommation électrique de leurs seuls réseaux** et ce, même en France où l'intensité carbone du kWh est bien plus faible<sup>43</sup>. Cette consommation électrique des réseaux peut se décomposer suivant les segments considérés. En effet, les réseaux de communications électroniques sont constitués de plusieurs parties : les réseaux d'accès raccordant les clients finaux (locaux), les réseaux de collecte<sup>44</sup> (régionaux) et les cœurs de réseaux<sup>45</sup> (nationaux). Les opérateurs ont néanmoins d'autres impacts que les simples

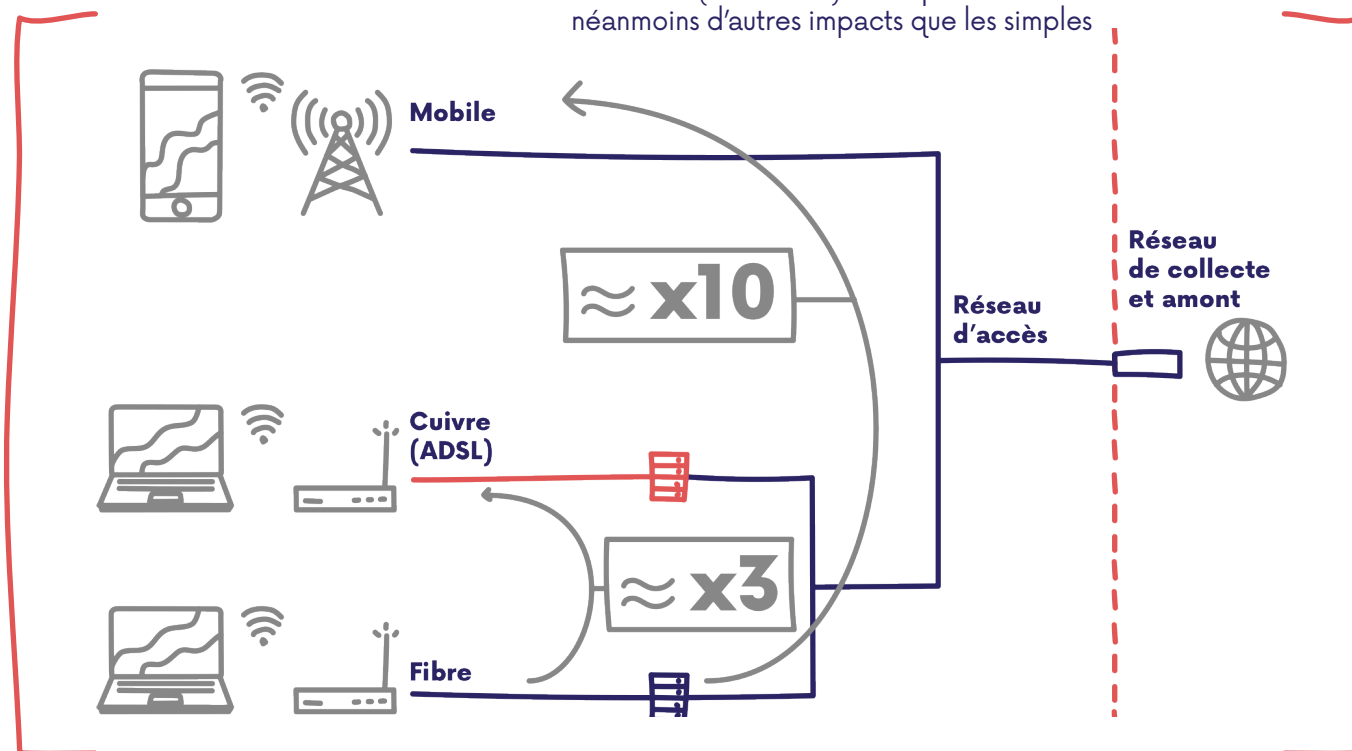


Figure 3. Estimation des écarts de consommation énergétique entre les différents réseaux d'accès des communications électroniques

38. Sénat, Rapport d'information – Pour une transition numérique écologique, juin 2020.

39. Arcep, Réseaux du futur - Empreinte carbone du numérique, octobre 2019. France Stratégie indique des niveaux différents mais confirme les tendances et ordres de grandeur de l'écart dans son rapport : France Stratégie, Maîtriser la consommation du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas, octobre 2020.

40 et 41. Voir glossaire.

42. Les technologies d'accès fixes étant assez peu dépendantes de la quantité de trafic qui circule, la consommation de ces dernières est indiquée en Watt par ligne contrairement aux technologies mobiles, dépendantes du niveau d'usage et mesurées en kWh/Go.

43. Arcep, Réseaux du futur - Empreinte carbone du numérique, octobre 2019.

44 et 45. Voir glossaire.

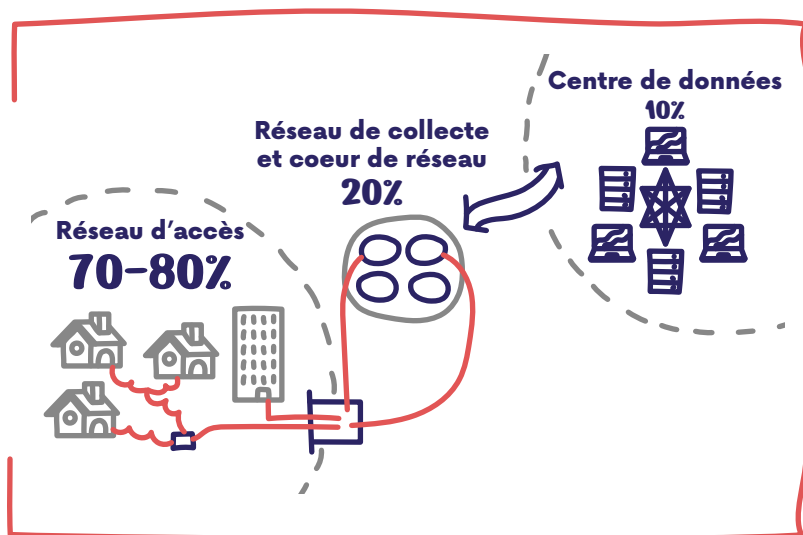


Figure 4 : répartition de l'empreinte environnementale d'un réseau de communication électronique

réseaux puisque **les box qu'ils distribuent ont également une empreinte**, tant au niveau de la production que de la consommation.

**Le segment de l'accès est celui qui consomme le plus d'énergie, entre 70 et 80 % de l'ensemble de la consommation énergétique d'un réseau<sup>46</sup>.** Le reste se partage entre le segment de collecte et le cœur de réseau des opérateurs (pour 20 %) et leurs centres de données (pour 10 %)<sup>47</sup>. Enfin, les réseaux fixes semblent au global moins consommateurs en énergie que les réseaux mobiles. En effet, toujours selon France Stratégie, au sein du réseau d'accès, 70 % de la consommation énergétique serait imputable aux réseaux mobiles qui concentreraient donc la majorité de la consommation énergétique des réseaux communications électroniques<sup>48</sup>. Ces résultats sont probablement pour partie liés au fait que la consommation énergétique des équipements fixes dépend assez peu de la quantité de trafic qui circule contrairement aux équipements radioélectriques<sup>49</sup>.

En comparaison des réseaux, les équipements terminaux concentrent 81 % de l'empreinte GES du numérique en France dont l'essentiel se concentre en phase de production (et donc très souvent issu de l'étranger). Parmi eux, les téléviseurs représentent près du quart des émissions totales liées aux terminaux contre 13 % pour les smartphones<sup>50</sup>. Ces résultats apparaissent notamment liés à la taille des écrans. En effet, plus le téléviseur est grand plus l'empreinte carbone associée est importante<sup>51</sup>. Il est sur ce sujet plus difficile d'avoir une évaluation plus précise face à la quantité et la diversité de terminaux présents au sein des foyers et entreprises pour des usages variés et impliquant des acteurs différents.

**Enfin, les centres de données représentent également une source d'empreinte substantielle de l'ordre de 14 % des GES du numérique en France<sup>52</sup>.** Ces centres sont parvenus à mettre en œuvre des optimisations réduisant drastiquement certaines de leurs sources de consommation ces dernières années, et donc à limiter les émissions directes de GES. Ces améliorations concernent pour beaucoup la réduction des consommations liées au refroidissement et à la climatisation des centres de données<sup>53</sup> et ont permis au global, selon une étude plus récente<sup>54</sup>, de contenir la croissance de leur consommation électrique à 6 % entre 2010 et 2018 alors que leur puissance de calcul a plus que quintuplé. La capacité des opérateurs de centres de données à maintenir de telles améliorations dans le futur reste néanmoins incertaine et la Commission Européenne anticipe une augmentation de leur consommation électrique de 28 % d'ici à 2030<sup>55</sup>.

Comme indiqué plus haut, si **l'empreinte GES** est un enjeu crucial notamment en considération du changement climatique, elle **n'est pas la seule conséquence** de

46, 47 et 48. France Stratégie, *Maîtriser la consommation du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas*, octobre 2020.

49. Arcep, *Réseaux du futur - Empreinte carbone du numérique*, octobre 2019.

50. Le reste des émissions générées par les équipements terminaux se dispersent entre les ordinateurs portables (14%), les ordinateurs fixes (10%), les box TV et internet (12%), les écrans (11%) ainsi qu'entre d'autres objets connectés. Citizing, *Empreinte carbone du numérique en France : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages ?*, juin 2020.

51. ADEME, *Modélisation et évaluation des impacts environnementaux de produits de consommation et biens d'équipement*, septembre 2018.

52. Citizing, *Empreinte carbone du numérique en France : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages ?*, juin 2020.

53. L'efficacité énergétique d'un centre de données est mesurée via le PUE (*Power usage effectiveness*) qui représente le ratio entre l'énergie totale utilisée sur l'énergie nécessaire aux équipements informatiques. Ainsi, la réduction de la consommation des systèmes de refroidissement et de climatisation a permis de faire tendre l'énergie totale utilisée vers l'énergie nécessaire aux équipements informatiques de sorte à ce que le PUE passe en seulement quelques années de 2 à 1,1 pour les centres de données les plus efficaces.

54. Masanet E., Shehabi A., Lei N., Smith S., Koomey J., *Recalibrating global data center energy-use estimates*. Science. 367. 984-986, 2020.

55. Commission européenne, *Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market*, 2020.

l’empreinte environnementale du numérique. Ainsi, comme évoqué *supra*, GreenIT rappelle que le numérique génère d’autres effets externes sur l’environnement. Le rapport de la mission d’information sur l’empreinte environnementale du numérique du Sénat a d’ailleurs eu l’occasion de rappeler ces constats et soulignait l’importance prépondérante des terminaux sur ces sujets. Ceux-ci représenteraient « 75 % des ressources consommées, 83 % des consommations en eau »<sup>56</sup> de ce que consomme le secteur au plan international. Par ailleurs, selon un Livre Blanc de l’Iddri, la FING, WWF France et GreenIT<sup>57</sup>, la production d’un téléphone mobile nécessite soixante métaux différents dont seulement une vingtaine sont recyclables et 32 kg de matière brute sont requis pour produire une puce électronique de 2 grammes<sup>58</sup>.

Ainsi, **l’empreinte environnementale du secteur fait l’objet de plus en plus d’études. Ces dernières peuvent parfois diverger** dans leurs estimations précises notamment du fait des hypothèses

qui les sous-tendent. Cependant, elles **concordent sur les tendances à l’œuvre et les ordres de grandeur** que représente le secteur bien qu’un manque particulier semble émerger quant à l’analyse d’autres vecteurs d’empreinte environnementale (consommation de ressources rares par exemple) que les GES. Ces travaux ont permis à la société civile et aux pouvoirs publics de prendre conscience des enjeux environnementaux posés par le secteur numérique. Pour permettre une mobilisation efficace des pouvoirs publics et fournir les bonnes incitations aux acteurs économiques et aux utilisateurs, **il apparaît nécessaire de compléter ces éléments de chiffrage** afin de bénéficier d’une vision granulaire de la situation. Cela suppose la définition de méthodes d’analyses harmonisées et de processus de collecte normalisés pour permettre l’identification, la mise en place puis l’évaluation de l’ensemble des actions qu’il pourrait être nécessaire de déployer.

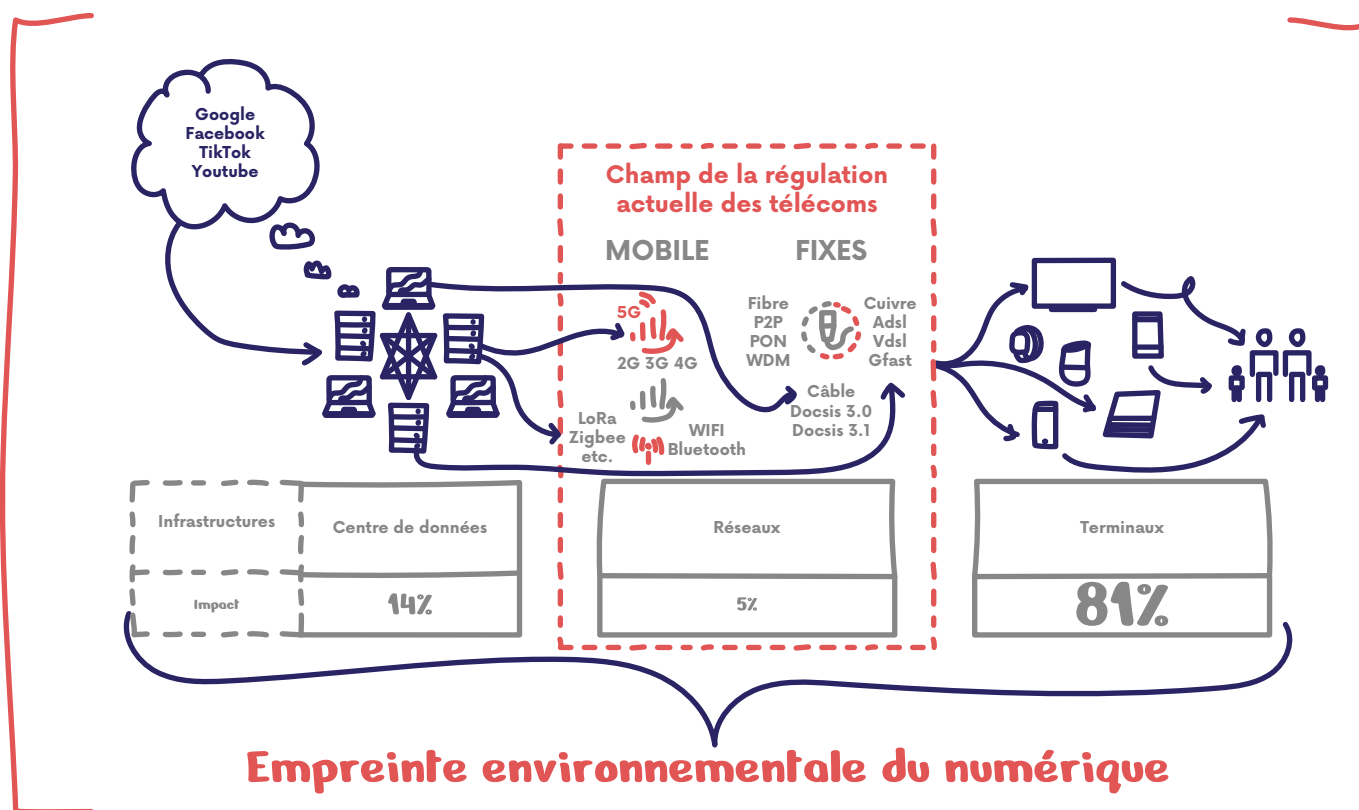


Figure 5. Répartition de l’empreinte environnementale du numérique en France sur la chaîne d’accès à internet

56. Sénat, Rapport d’information - Pour une transition numérique écologique, juin 2020. NB : ces chiffres sont repris de l’étude GreenIT.fr, Empreinte environnementale du numérique mondial, 2019.

57. Iddri, FING, WWF France, GreenIT.fr, Livre Blanc - Numérique et environnement, Faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique, 2018.

58. Williams E., The 1.7 Kilogram Microchip: Energy and Material Use in the Production of Semiconductor Devices, United Nations University, 2002.

# 1.2

## Une méthode d'analyse de l'empreinte environnementale du numérique en cours de construction

Une méthode d'analyse de l'empreinte environnementale du numérique pourrait œuvrer à **développer des méthodologies de mesure précises (1.2.1)** selon une **approche qui doit être coordonnée** entre les acteurs (1.2.2).

### 1.2.1 Vers des méthodologies de mesure précises

Comme explicité plus tôt, de nombreuses études sur l'empreinte environnementale du numérique ont été publiées ces deux dernières années permettant une vision consolidée des tendances et ordres de grandeur à l'œuvre en particulier concernant la question de l'empreinte carbone. Au-delà de cette vision macro, il apparaît nécessaire de développer une vision plus fine et de définir des méthodologies de mesure précises permettant une évaluation plus granulaire en vue de déterminer les leviers d'action et évaluer leur mise en place. La présente partie, après avoir exposé les motivations justifiant la mise en place d'une telle évaluation, analyse les obstacles à lever pour la concrétiser.

#### > Des évaluations aux résultats différents

Si les études existantes indiquent toutes des tendances semblables et concluent à la croissance de l'empreinte environnementale du numérique, elles s'appuient nécessairement, en raison d'un manque de données plus précises, sur des hypothèses et des périmètres sous-jacents parfois

différents. Par exemple, le Shift Project<sup>59</sup> estime la répartition de l'empreinte GES du numérique entre les différents acteurs à 19 % pour les centres de données, 16 % pour le réseau et 65 % pour les terminaux alors que le rapport Citizing<sup>60</sup> estime cette répartition à, respectivement, 14 %, 5 %, et 81 %. Cette **différence dans les estimations provient probablement principalement du périmètre géographique d'étude**, le Shift Project menant une analyse mondiale et Citizing une analyse française. La différence dans le périmètre d'analyse conduit à une appréciation différente des résultats et notamment du rôle joué par les réseaux, et illustrent l'intérêt d'analyses plus granulaires.

**Les différences d'estimations peuvent également résulter des choix méthodologiques retenus.** Ainsi, le CGE<sup>61</sup> obtient au niveau national une estimation de l'empreinte carbone du numérique de 11 millions de tonnes équivalent CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>éq) en 2018 contre 15 millions de tCO<sub>2</sub>éq en 2019 pour l'étude Citizing. Ces deux études ne divergent pas dans le constat qui doit être dressé mais l'écart de plus de 30 % de l'empreinte carbone interpelle. Sur ce point, chacune des études comprend des hypothèses différentes pouvant peser sur leurs estimations réciproques. Ainsi, l'étude Citizing semble couvrir un périmètre au global plus large (prise en compte de la phase de production des réseaux et centres de données, d'un plus grand champ d'objets connectés considérés, etc.) alors que le CGE considère par exemple une intensité carbone du KWh beaucoup plus élevée (81 gCO<sub>2</sub>/KWh contre 57,1 gCO<sub>2</sub>/KWh pour Citizing).

59. The Shift Project, Lean ICT : Pour une sobriété numérique, octobre 2018.

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

61. CGE, Réduire la consommation énergétique du numérique, décembre 2019.

C'est l'absence de méthodologie commune et partagée pour partie liée à un manque de données disponibles qui imposent aux acteurs de faire un certain nombre d'hypothèses rendant difficile la comparaison des résultats. **Il semblerait dès lors utile d'une part, de disposer de méthodologies communes dont les hypothèses et les périmètres de base sont partagés par les acteurs et d'autre part, de rendre disponibles les données nécessaires à l'application des méthodologies ainsi définies.**

### > Des questions en suspens

Certaines questions ne semblent pas avoir trouvé de réponses claires ou à tout le moins plus circonstanciées. A titre d'exemple, les réseaux fixes semblent consommer au global moins d'énergie par abonné que les réseaux mobiles (cf. *supra*). Toutefois, ce point a pu être nuancé par certains acteurs. Le rapport du Sénat indique d'ailleurs que « les réseaux mobiles deviendraient énergétiquement plus efficaces que les réseaux fixes, filaire ou Wifi, à horizon 2034 ». <sup>62</sup> Il semble alors nécessaire de rassembler les acteurs pour clairement définir des méthodologies identiques afin de disposer d'indicateurs communs.

De la même manière, à l'heure actuelle, l'effet rebond <sup>63</sup>, régulièrement mis en avant lorsqu'il est question de numérique, est encore mal évalué et peu d'études appréhendent ses principaux déterminants et les leviers sur lesquels s'appuyer pour le minimiser. Pour rappel, l'effet rebond <sup>64</sup> désigne la situation dans laquelle une innovation technologique permettant d'améliorer l'efficacité énergétique d'un usage, et qui devrait en théorie impliquer une réduction de l'impact énergétique

total de cet usage, entraîne en pratique une augmentation de l'usage, de sorte que le gain prévu, toutes choses égales par ailleurs, est réduit voire neutralisé par l'augmentation d'usage qui en découle au global.

### > Des métriques à construire

S'il existe de nombreuses études utilisant des données et des indicateurs variés basées sur des jeux d'hypothèses différentes pour essayer de caractériser l'empreinte carbone du numérique, certains sujets restent difficiles à traiter en l'absence de métriques communes reconnues. En effet, comment comptabiliser les conséquences environnementales du numérique, notamment au-delà de sa composante carbone ? Que doit-on compter et comment doit-on le compter ? Comment développer des méthodologies adaptées à la fois à une mesure d'empreinte individuelle et à une mesure d'empreinte sectorielle, en évitant notamment les risques de double compte. **Les travaux de Négaoctet <sup>65</sup> sur l'application de l'article 13 de la loi anti-gaspillage et pour une économie circulaire <sup>66</sup> (loi AGECE) et du projet « Perfecto » de l'ADEME <sup>67</sup> constitueront une avancée notable** sur ce point en ce qu'ils développent un référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des services numériques (cf. *infra*). La complexité de ce chantier implique néanmoins un laps de temps naturellement long mais indispensable et indispensable, pour la définition de ces métriques.

Ces difficultés se déclinent aussi bien sur les critères environnementaux que sur les étapes du cycle de vie des produits et services considérés. Ainsi, par exemple, la *Power usage effectiveness* (PUE) <sup>68</sup>, qui

62. Citizing, *Empreinte carbone du numérique en France : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages ?*, juin 2020.

63. Voir glossaire.

64. Il est mis en évidence pour la première fois par W. Stanley Jevons (« paradoxe de Jevons », cf. W. Stanley Jevons, *The Coal Question; An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines*, 1865.) puis actualisé par les économistes Daniel Khazzoom et Leonard Brookes (« postulat de Khazzoom-Brookes », cf. Saunders, Harry D, *The Khazzoom-Brookes postulate and neoclassical growth. The Energy Journal*, 13 (4) : 131-148, 1992.). Il représente un « paradoxe » dans la mesure où toute innovation technologique permettant d'améliorer l'efficacité énergétique d'un usage devrait impliquer, a priori, une réduction de l'impact énergétique total de cette activité. Or, W. Jevons observe en 1865 que, suite à l'introduction de la machine à vapeur de Watt, la consommation totale de charbon a augmenté en Angleterre malgré une utilisation plus efficiente de ce dernier. Les innovations de Watt ont fait du charbon une source d'énergie plus rentable, ce qui a conduit à généraliser l'utilisation de sa machine à vapeur au sein des manufactures augmentant par-là la consommation totale de charbon.

65. NegaOctet est un projet de recherche qui a pour but le développement et l'expérimentation d'un référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des services numériques basé sur une approche d'analyse du cycle de vie (ACV) en vue de leur écoconception.

66. Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.

67. « L'appel à projets de recherche, développement et innovation (RDI) PERFECTO 2020 vise à faire émerger une offre de produits, biens, services et procédés à plus faible impact environnemental, grâce à la mise en œuvre d'une démarche d'écoconception et/ou à un changement de modèle économique de l'entreprise », ADEME. <https://appelsaprojets.ademe.fr/aap/PERFECTO2019-120>

68. Voir glossaire.



représente le ratio entre l'énergie totale utilisée sur l'énergie nécessaire aux équipements informatiques, ne comprend qu'une évaluation de l'efficacité énergétique d'un centre de données en phase d'usage. Il exclut à la fois de son périmètre les étapes à l'amont et à l'aval (soit la production et le recyclage) et ne permet pas d'apprécier l'efficacité d'un centre de données relativement à la puissance de calcul et au stockage qu'il permet (puisqu'il n'est qu'un ratio permettant de mesurer l'énergie allouée à son refroidissement et à sa climatisation). Sur ce point, l'analyse de cycle de vie<sup>69</sup> (ACV) est susceptible d'offrir des solutions bien que toutes les questions qu'elle pose ne soient pas tranchées à ce stade.

### > Des données à mobiliser

Un certain nombre de données apparaissent dès lors indispensables à la construction de ces indicateurs. Si certaines données existent, elles ne sont pas encore suffisantes. Les *Product Category Rules* (PCR)<sup>70</sup>, par exemple, qui permettent de construire la déclaration environnementale pour un produit particulier ou une famille de produits, et donc d'évaluer les différents impacts environnementaux sont trop souvent indisponibles. De plus, quand elles sont fournies, elles ne sont généralement pas actualisées et ne représentent plus nécessairement les derniers développements alors même que le secteur connaît un niveau élevé d'innovation. Le projet Négaoctet précédemment mentionné, travaille notamment à produire des PCR concernant les services numériques.

Ce sont parfois les systèmes d'information qui ne permettent pas de faire remonter ce type de données. A titre d'exemple, les opérateurs de communications électroniques français semblent ne pas être en mesure aujourd'hui de remonter le volume de données consommées sur leurs réseaux fixes par abonné (bien qu'ils puissent mesurer le volume de trafic total sur leur réseau fixe), a contrario des réseaux mobiles.

Un arbitrage est bien sûr nécessaire entre la recherche d'exhaustivité de ces données et les efforts à déployer en termes de processus et d'infrastructures pour les collecter. Ces données peuvent toujours être complétées, suivant les objectifs poursuivis par les indicateurs qu'elles alimentent, d'hypothèses sur lesquelles l'ensemble des parties prenantes se seraient accordées.

**Il semble ainsi aujourd'hui indispensable, pour poursuivre cette ambition :**

- **de répertorier les données utiles** (déjà disponibles ou non) en s'appuyant si possible sur des travaux existants<sup>71</sup> et d'identifier l'opportunité de rendre ces données accessibles (obligation de publication, collectes d'acteurs publics, anonymisation pour respecter le secret des affaires...);
- **de s'appuyer sur des définitions communes** pour s'assurer du caractère consensuel de certaines données;
- **de définir des indicateurs opérationnels**, issus d'un compromis entre exactitude et facilité de mesure, en tenant compte des données rendues disponibles et consensuelles, éventuellement complétées d'hypothèses auxquelles les acteurs adhèrent.

**Des travaux ont déjà débuté en ce sens à l'image de la mission conjointe confiée par le Gouvernement sur la quantification de l'empreinte environnementale du numérique à l'ADEME et à l'Arcep ou à la mise en place de l'article 13 de la loi AGEC** qui vise notamment à répertorier certaines données utiles à la quantification de l'empreinte environnementale du numérique. Un tel travail permettra de lever certaines zones d'ombre qui subsistent ainsi qu'une évaluation plus granulaire des enjeux et dynamiques à l'œuvre. La prise de décision, l'identification de leviers d'action précis et le suivi de leur mise en place en seront facilités, permettant notamment une action proportionnée et efficace des pouvoirs publics. Par ailleurs, ces indicateurs pourront permettre d'individualiser la mesure pour que chaque acteur prenne conscience de son empreinte (utilisateurs particuliers ou entreprises, industriels, etc.).

69. L'analyse du cycle de vie (ACV) recense et quantifie, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines. Voir glossaire.

70. Voir glossaire.

71. Sur ce point, les résultats de l'étude de la Commission européenne, *Study on greening cloud computing and electronic communications services and networks: toward climate neutrality by 2050*, seront un outil important.



### 1.2.2 Une approche qui doit nécessairement être coordonnée

La construction de méthodologies communes pour mesurer l'empreinte environnementale du numérique et bâtir un plan d'action pour en limiter les conséquences doit être conduite de manière coordonnée.

D'abord, **un grand nombre de publications et travaux est apparu** ces deux dernières années. Comme indiqué précédemment, certaines divergences de résultats relevant de périmètres d'analyse et d'hypothèses différents engendrent des incertitudes sur leur portée et les actions pertinentes à mettre en œuvre. La collaboration paraît donc une dimension essentielle du travail encore à accomplir pour que chacun s'accorde sur les indicateurs à suivre et la méthodologie précise sous-tendant leur construction.

Ensuite, **le numérique sollicite des acteurs divers** et donc des expertises variées telles que la connaissance d'ingénierie des réseaux et des centres de données, celle des terminaux, mais aussi par exemple de développement des services et applications en ligne, etc. nécessitant chacune des expertises complexes d'origines distinctes. Une analyse de l'empreinte environnementale du numérique exige ainsi une collaboration poussée entre experts de l'environnement et experts du numérique, sur l'ensemble de l'écosystème et pour toutes les phases de la vie des produits en cause (production, usage, fin de vie). Le dialogue entre ces différentes expertises est nécessaire pour construire les méthodologies collectivement reconnues et permettant d'utilément alimenter le débat public face aux choix de société qui peuvent s'ouvrir à nous. L'intégration dans ces travaux du retour d'expérience entre les acteurs est également essentielle.

Enfin, au-delà d'un travail sur l'accessibilité de davantage de données indiqué *supra*, **des modélisations resteront nécessaires** pour évaluer l'empreinte environnementale du numérique. Ces modélisations doivent trouver l'équilibre entre la recherche d'un modèle générique, en partie simplifié mais applicable à tous et un modèle individuel, reflétant les choix de chaque acteur de manière fidèle et potentiellement trop complexe. Seul **un travail coordonné** entre les industriels, les chercheurs et les pouvoirs publics **pourra permettre de trouver le point d'équilibre** qui assurera l'efficacité d'un modèle relativement simplifié.

Par ailleurs, **le caractère mondialisé du secteur du numérique implique également d'engager un dialogue avec des acteurs situés à l'extérieur de nos frontières** et qui sont dimensionnants dans l'empreinte environnementale associée à nos usages nationaux. Ces acteurs peuvent être des acteurs privés (fabricants de terminaux et d'équipements électroniques, fournisseurs de contenus, ONG et associations, *think thanks*, etc.) ou publics (organisations supranationales, États, organismes de normalisation, régulateurs sectoriels, etc.). Ce dialogue avec des acteurs internationaux peut également enrichir la réflexion et la prise de décision. En effet, les problématiques ne se posent pas forcément de la même façon à chaque endroit de la planète en raison de particularités locales. Le dialogue et l'échange de bonnes pratiques sont alors des outils importants pour comparer les situations et affiner les plans d'action.

Plusieurs initiatives positives interviennent déjà en ce sens. Ainsi, **au niveau international, l'Union Internationale des Télécommunications (UIT)**, travaille avec l'industrie pour minimiser l'empreinte carbone des technologies de l'information et de la communication (TIC) mais aussi sur l'empreinte environnementale des communications électroniques en élaborant des normes internationales (recommandations), par exemple, dans des domaines aussi divers que les villes intelligentes, les centres de données et la gestion des déchets électroniques (secteur de la normalisation, UIT-T).

A l'UIT-T, la commission d'études 5 (SG5) « Environnement, changements climatiques et économie circulaire », à laquelle

participe l'Arcep, est chargée d'étudier l'adaptation du secteur aux problèmes environnementaux et notamment aux effets du changement climatique, (conformément aux objectifs de développement durable (ODD), ainsi que l'atténuation de ces effets. Cette commission considère aussi la publication de lignes directrices pour l'utilisation des TIC de manière écologique. A titre d'exemple, l'UIT a publié en 2011 une vue d'ensemble des principes généraux des méthodologies d'évaluation de l'empreinte environnementale des technologies de l'information et de la communication (recommandation ITU-T L. 1400<sup>72</sup>) et en 2019, des critères pour l'évaluation de l'empreinte environnementale des téléphones mobiles (recommandation ITU-T L.1015<sup>73</sup>). Plus récemment, l'UIT a également élaboré une recommandation (recommandation ITU-T L.1470<sup>74</sup>) qui rassemble des lignes directrices pour aligner l'évolution des émissions du secteur TIC avec les objectifs fixés dans l'accord de Paris<sup>75</sup>. Elle définit des trajectoires pour la réduction des émissions à l'intention des opérateurs de réseaux mobiles, de réseaux fixes et de centres de données.

**En Europe, la Commission européenne** a lancé à l'automne 2020 une étude sur les indicateurs et les normes utilisées pour l'étude des centres de données et des réseaux de communications électroniques<sup>76</sup>. L'objectif de l'étude est de recenser et d'analyser les indicateurs, méthodes d'analyse et normes utilisés pour l'étude des centres de données et des réseaux ainsi que d'évaluer de poten-

tiels mesures de transparence. Les résultats de l'étude sont attendus pour la fin 2021. Comme précédemment indiqué, à l'échelon des régulateurs des réseaux de communications électroniques européens, l'Arcep a initié une réflexion et co-préside le groupe « *sustainability* » que le BEREC a lancé en 2020.

**Côté français, l'ADEME**, accompagne un projet de recherche, Négaoctet, pour développer un référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des services numériques basé sur une approche d'analyse du cycle de vie (ACV) en vue de leur écoconception<sup>77</sup>. Les travaux de ce consortium sont également mis à profit dans le cadre de la mise en place de l'article 13 de la loi AGECL. L'ADEME apparaît évidemment comme un interlocuteur central dont l'Arcep s'est rapprochée et avec lequel elle souhaite coordonner son action. Ainsi, des travaux communs ont été initiés suite à la mission conjointe confiée par le Gouvernement sur la quantification de l'empreinte environnementale actuelle et à venir du numérique dont le rapport devrait être remis en fin d'année 2021.

**Ces initiatives ne sont pas exhaustives, encore moins suffisantes, pour adresser la question de la méthode de mesure de l'empreinte environnementale du numérique, mais elles constituent un premier socle sur lequel il est possible de s'appuyer pour continuer à construire une stratégie d'action pour limiter l'empreinte environnementale du numérique.**

---

72. <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=11015>

73. <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=13719>

74. <https://www.itu.int/rec/T-REC-L1470/en>

75. L'objectif central est de contenir l'augmentation de la température moyenne en-deçà de 2 degrés, et de s'efforcer de limiter cette augmentation à 1,5 degré, afin de réduire les risques et les impacts liés aux conséquences du changement climatique.

76. Commission européenne, *Study on greening cloud computing and electronic communications services and networks: toward climate neutrality by 2050*.

77. Voir glossaire.

# PARTIE 2

[écouter]

**S'ENRICHIR  
DES CONTRIBUTIONS  
DES PARTICIPANTS  
À LA PLATEFORME  
DE TRAVAIL**



L'Arcep, pour mieux comprendre et appréhender les enjeux liés à l'empreinte environnementale du numérique, a souhaité s'enrichir des travaux et des expertises des acteurs. En bref, aller à la rencontre d'un nouvel écosystème. Après avoir consulté les travaux et rapports publics, décrits notamment dans la première partie, l'Autorité a ressenti la nécessité d'écouter les différentes voix des parties prenantes du numérique et de l'environnement. Au moyen de bilatérales, avec des experts engagés sur la thématique, mais surtout, afin de décloisonner les débats et recueillir la parole d'un plus grand nombre d'acteurs, en développant un espace de dialogue, au sein de la plateforme collaborative « Pour un numérique soutenable » (2.1). Enfin, pour mieux figer les positions et propositions, l'ensemble des participants ont été invités à contribuer par écrit. Leurs tribunes constituent un maillon majeur de cette deuxième partie (2.2).

# 2.1

## Ateliers et discussions - Une démarche Arcep/Ouishare centrée autour d'échanges avec les acteurs du numérique soutenable

Comme indiqué en introduction, l'Arcep a lancé, le 11 juin 2020, une plateforme de travail : « Pour un numérique soutenable » et a appelé associations, institutions, opérateurs, entreprises du numérique, personnalités intéressées par la question de l'empreinte environnementale du numérique à participer à ses travaux. **L'objectif de la plateforme était de réunir et de faire dialoguer l'ensemble des parties prenantes compétentes sur les sujets numériques et environnementaux (2.1.1). Ces derniers se sont réunis au cours de multiples rencontres (2.1.2 - 2.1.9) pour partager leurs expertises, leurs visions, leurs pratiques et outils mais aussi leurs craintes et leurs questionnements afin d'alimenter la réflexion collective.**

### 2.1.1 Permettre des échanges constructifs

#### > Contexte général

Pour concrétiser ces temps d'écoute, l'Arcep a organisé **une série d'ateliers sur l'empreinte environnementale des réseaux de communications électroniques dans leur ensemble (fixes et mobiles), mais aussi des terminaux et des usages, composantes essentielles de la consommation du numérique.** L'Autorité a également ouvert un espace en ligne intitulé [numeriquesoutenable.arcep.fr](https://numeriquesoutenable.arcep.fr) qui a servi de support écrit pour informer les participants et leur permettre de dialoguer tout au long de la démarche. L'objectif de ces travaux consistait à dresser des premiers constats et à lancer de

premières pistes de réflexion dont les éléments sont exposés dans le présent rapport d'étape.

Dans le cadre de ce travail, l'Arcep a choisi d'être accompagnée par un partenaire extérieur pour modérer les échanges et faire dialoguer les parties prenantes. Le collectif Ouishare<sup>78</sup>, qui interroge les transformations de la société par le biais de rencontres, d'études et d'expérimentations<sup>1</sup> a ainsi été sélectionné pour soutenir l'Arcep dans ses travaux.

#### > Programme de travail

Lors d'un premier échange, le 9 juillet 2020, soixante-cinq participants ayant répondu à l'invitation de l'Arcep ont identifié les priorités à traiter sur le sujet de l'empreinte environnementale du numérique. Des problématiques clés ont émergé et, grâce à ces premiers retours, **l'Arcep a pu proposer, début septembre, un programme de travail avec cinq ateliers thématiques :**

- *Adapter les pratiques commerciales pour un numérique soutenable – le 18 septembre ;*
- *Lutter contre les obsolescences pour un numérique soutenable – le 13 octobre ;*
- *Choisir nos réseaux pour un numérique soutenable – le 3 novembre ;*
- *Penser les services et contenus numériques pour un numérique soutenable – le 10 novembre ;*
- *Façonner les réseaux pour un numérique soutenable – le 24 novembre.*

78. Ouishare se présente comme « une communauté, un accélérateur d'idées et de projets dédié à l'émergence de la société collaborative : une société basée sur des principes d'ouverture, de collaboration, de confiance et de partage de la valeur ».

**Préparés conjointement par l'Arcep et Ouishare, chacun des ateliers avait pour objectif d'interroger et de faire dialoguer les participants sur plusieurs questions saillantes relatives à la thématique sans pour autant prétendre traiter le sujet dans son ensemble.**

Des sujets plus transversaux et sociétaux abordés lors de l'atelier du 9 juillet n'abordaient pas des actions concrètes mais des questions plus principiellles, faisant référence à des choix de politique publique et de régulation. Ces thématiques méritaient qu'un espace d'échange leur soit dédié dans le cadre de **deux « grandes discussions »** :

- *Comment articuler connectivité pour tous et soutenabilité du numérique ? – le 25 septembre ;*
- *Comment faire vivre soutenabilité du numérique et liberté de l'utilisateur ? – le 17 novembre.*

Les « grandes discussions » ont permis d'identifier les potentiels points de friction d'un numérique soutenable avec des principes fondateurs du numérique que sont l'aménagement du territoire et la liberté des utilisateurs, et de formuler les défis que posent la rencontre de ces enjeux. Pour faciliter leur déroulement et s'assurer de ne pas préempter la manière dont les thèmes seraient abordés, l'Arcep a confié l'organisation des échanges et la modération de ces sessions à Ouishare.

Ces grandes discussions ont été animées selon le principe des « *fishbowls* » : chaque participant peut intervenir lorsqu'il le souhaite, il lui suffit pour cela d'allumer sa caméra et de rejoindre le cercle des intervenants. Ce cercle ne doit jamais comporter plus de quatre intervenants en simultané et doit se renouveler régulièrement. Ce format permet de poursuivre une discussion de façon à la fois fluide, spontanée et horizontale avec un grand nombre de participants.

**L'ANSSI s'est également associée à la démarche**, en répondant à l'invitation adressée par l'Arcep aux participants d'organiser des ateliers sur des thématiques particulières qui pourraient s'intégrer dans la réflexion globale de la plateforme. Cela a donné lieu à l'organisation d'un atelier spécifique intitulé : *Risque cyber, risque environnemental, le 25 novembre.*

Ces premiers travaux ont permis d'ouvrir les discussions et de confirmer quelques pistes d'action tout en révélant la complexité et les enjeux des sujets évoqués. **Les travaux de l'Arcep pour un numérique soutenable et ce dialogue entre acteurs ont vocation à se poursuivre sur le long terme**, à commencer par l'année à venir.

### ➤ **Méthodes et ingrédients clés pour animer les échanges**

Ouishare a aidé l'Arcep à diversifier ses outils de dialogue et de travail à distance nécessaires dans un contexte sanitaire et de distanciation sociale rendant complexes les réunions multilatérales ouvertes à un maximum de parties prenantes. Avec des solutions numériques open source et permettant un stockage des données en France, des ateliers, entièrement dématérialisés, ont permis aux participants d'échanger sous divers formats.

### **Des temps synchrones**

**Afin d'enrichir la réflexion et de favoriser l'émergence d'idées et de propositions concrètes, Ouishare a apporté son expérience et ses méthodes dans la structuration des échanges.** Lors des ateliers, les participants ont pu s'exprimer alternativement en plénière et en sous-groupes. Echanger en cercle restreint a permis d'approfondir certains sujets et d'interagir de façon plus spontanée. Différentes méthodes de prise de parole ont également permis de structurer les échanges. Enfin, chaque atelier s'est appuyé sur des supports de prise de notes écrites pour faciliter les discussions : soit au moyen d'un outil intégré à la solution de visioconférence, soit via une solution tierce permettant notamment de mettre en place des outils de type « post-it ».

La vision extérieure de Ouishare a également aidé à **trouver le bon équilibre entre technicité et accessibilité des différents sujets, à instaurer un dialogue fluide et un cadre de confiance entre des acteurs aux horizons variés.** D'une part, le principe « tous sachants, tous apprenants » a été affirmé de façon à mettre l'ensemble des participants sur un pied d'égalité, quel que soit leur profil : experts techniques, représentants des

affaires institutionnelles du secteur privé, militants associatifs, académiques, etc. L'objectif d'enrichissement mutuel ayant ainsi été formulé dès le départ, les discussions se sont déroulées dans un cadre constructif et respectueux.

D'autre part, et dans la volonté de permettre une libre contribution de tous les participants, ceux-ci ont été invités à s'exprimer en tant que professionnels au sein de leur organisation, sans pour autant que leurs propos n'engagent nécessairement leur organisation.

### Des temps asynchrones

Par ailleurs, la plateforme de travail « **Pour un numérique soutenable** » ([numeriquesoutenable.arcep.fr](http://numeriquesoutenable.arcep.fr)) a permis de créer une continuité entre ces différents rendez-vous. L'Arcep y a fourni, au fur et à mesure, les documents préparatoires des ateliers à venir avec des éléments de cadrage, des premières interrogations et quelques informations chiffrées. Sur cette plateforme, les participants pouvaient également retrouver les restitutions des ateliers passés sous forme de notes brutes, de « post-it » lorsque cette solution avait été utilisée, et de captations graphiques (disponibles ci-dessous). Enfin des pistes d'actions issues des échanges étaient publiées a posteriori. L'Arcep a voulu permettre à chacun de s'exprimer sur cette plateforme, en ouvrant la possibilité d'y partager du contenu, d'approfondir certaines questions, de proposer des ateliers complémentaires ou encore d'échanger avec d'autres participants aux travaux.

## 2.1.2 Atelier n°1

### Adapter les pratiques commerciales pour un numérique soutenable

**Quels sont les enjeux posés par les modèles de commercialisation et de distribution des services et des terminaux ? Editeurs de service, opérateurs, distributeurs de terminaux, utilisateurs... Quel est le rôle joué par chacune des parties prenantes dans la définition des pratiques commerciales ? Quels sont les impacts des modèles de l'achat, de la location ou du partage des terminaux ? Quelles stratégies de publicité et quelles incitations permettraient une consommation raisonnée ?**

Le sujet a été abordé en deux temps. A l'occasion du premier temps « Pour un numérique soutenable, quelles pratiques commerciales des acteurs du numérique faut-il valoriser, améliorer, changer et surtout pourquoi ? », les participants ont indiqué que, selon eux, certaines pratiques commerciales induisaient principalement une diminution de la durée de vie des terminaux en circulation (environ 23 mois en France pour les smartphones) et une augmentation de la quantité de terminaux (IoT, etc.). Les participants ont souligné la nécessité d'encadrer les pratiques commerciales telles que la publicité, les pratiques promotionnelles ou de fidélisation décorrélant le prix du terminal de sa valeur de marché. Selon les sensibilités, les propositions allaient de l'interdiction de ces pratiques à la mise en place de mécanismes d'incitation des vendeurs de terminaux (recensement de « bonnes pratiques » par exemple). La transparence et l'amélioration de l'information fournie aux utilisateurs ont également été mises en avant comme outils supplémentaires nécessaires pour



leur permettre de conserver un esprit critique sur les pratiques commerciales et de faire des choix de consommation éclairés.

A l'occasion du second temps, « Quel équilibre entre les modèles de commercialisation (neuf ou reconditionné, achat ou location, etc.) des terminaux (smartphones, box, objets connectés, etc.) ? », un consensus a émergé sur le fait que le modèle actuel, centré quasi exclusivement sur l'achat d'un terminal neuf, avait un impact négatif sur l'environnement. Au sujet des autres modèles de commercialisation : location, partage, reconditionnement, les participants ont insisté sur la nécessité de faire le tri entre les offres disponibles, soulignant qu'un modèle de consommation n'est pas bon ou mauvais en soi mais c'est bien l'ensemble de la

démarche qui doit être vertueuse. Par exemple, la location de terminaux peut être une alternative intéressante dès lors que l'offre n'a pas pour effet d'inciter au renouvellement trop fréquent du terminal et dans le cas où elle est bien accompagnée d'une logique de reconditionnement en fin de vie du produit. Une fois cette précision formulée, les participants ont proposé de valoriser les modèles de consommation inspirés de l'économie de la fonctionnalité via des incitations financières (utilisation de la fiscalité par exemple) ou une amélioration de l'information des utilisateurs. Le partage de terminaux via le développement de « maisons du numérique », ou la mutualisation d'équipements entre habitants d'un immeuble sont ressorties comme des solutions à explorer.

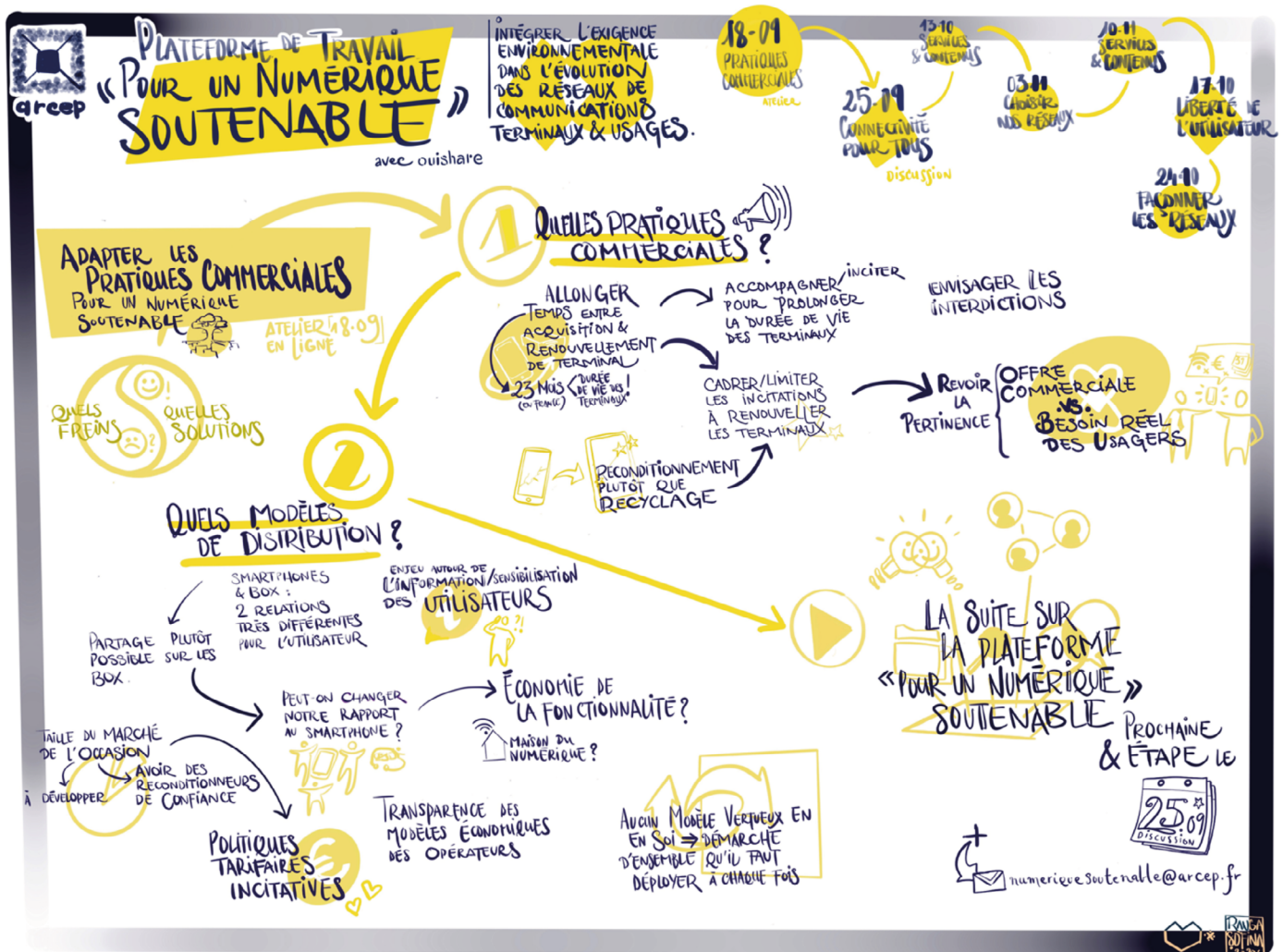


Figure 6 : Captation graphique de l'atelier 1

## 2.1.3 Atelier n°2

### Lutter contre les obsolescences pour un numérique soutenable

Smartphones, box, objets connectés... Comment lutter contre les différentes obsolescences du numérique ? Et comment jouer sur chacune de ses formes ? Les défis posés varient fortement selon qu'il s'agit d'obsolescence « culturelle » (phénomène de mode, envie de changer, culte du neuf), d'obsolescence logicielle (place du système d'exploitation<sup>79</sup>, écoconception des applications et des mises à jour), ou d'obsolescence matérielle (réparabilité, recyclage, adaptabilité aux futures technologies).

Les travaux se sont organisés autour de deux temps d'échange. A l'occasion du premier temps « Identifier et cibler les

obsolescences », les discussions se sont concentrées sur la caractérisation des obsolescences et sur la qualification de leur impact afin de tenter de cibler les pratiques d'obsolescence ayant les conséquences environnementales les plus importantes. A l'occasion d'un second temps d'échange, il a été demandé aux participants de réagir sur une liste de recommandations réunies par les équipes de l'Arcep et issues de travaux et rapports publics<sup>80</sup>. Les participants pouvaient alors compléter ces recommandations, préciser leur champ d'application, questionner leur faisabilité, les contester ou les confirmer. Les propositions étaient les suivantes :

- distinguer les mises à jour évolutives et correctives ;
- élargir le champ juridique de l'obsolescence programmée à l'obsolescence logicielle ;

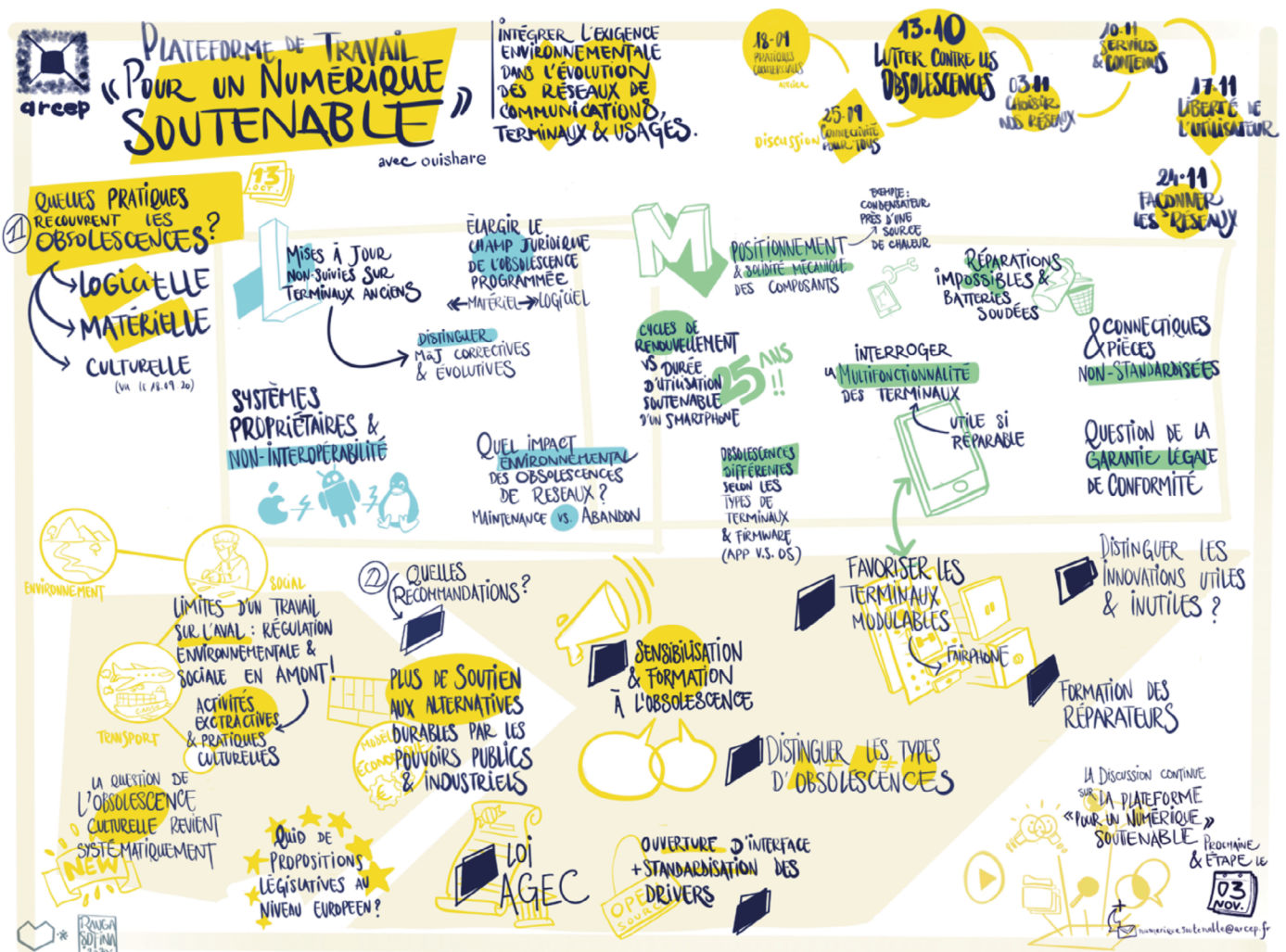


Figure 7 : Captation graphique de l'atelier 2

79. Voir glossaire.  
80. Notamment du CNUM, de GreenIT ou du Sénat.

- mettre en place des systèmes de « *name and shame* » des pratiques d'obsolescence ;
- favoriser la réparabilité et le réemploi grâce à des mesures incitatives ;
- interroger la multifonctionnalité des terminaux.

Cet atelier a permis de souligner qu'un certain **nombre de pratiques restent particulièrement problématiques et vont à l'encontre d'un allongement de la durée de vie des terminaux**. Sans être le cœur de l'atelier (davantage traité lors de l'atelier 1), **la question de l'obsolescence « culturelle »** et des incitations sociales et marketing au renouvellement des terminaux, smartphones notamment, **a été fortement appuyée par les participants**.

En insistant sur l'insuffisance d'éléments chiffrés concernant les pratiques des consommateurs et des obsolescences, les participants sont revenus sur des exemples **d'obsolescences logicielles** et matérielles. Pour ce qui est du logiciel, les différents acteurs ont interrogé **le caractère indispensable (en parlant « d'obésité logicielle »)** et contraint de certaines mises à jour des systèmes d'exploitation (OS), soulignant la prédominance des acteurs comme Apple et Google et l'absence d'alternative. Du côté des **obsolescences matérielles, les notions de réparabilité et la standardisation des pièces détachées (écrans, batteries...)** ont largement été évoquées. De manière plus transversale, certains acteurs ont porté l'interrogation sur l'éventuelle obsolescence des réseaux. **L'internet des objets (IoT)** est également apparu comme une thématique importante dont les **effets du développement devaient être anticipés**. Pour ce qui est des propositions, cet atelier s'est inscrit dans la logique des premières mesures déployées dans la loi AGECE. Les **enjeux de sensibilisation des consommateurs et de formation des professionnels à l'écoconception sont apparus comme cruciaux**. Enfin, certains acteurs ont avancé des **propositions et interrogations sur le caractère « utile ou futile »** de certaines innovations et sur la possibilité de proposer des **terminaux modulables**, dans le cadre d'un modèle économique plus tourné vers la durabilité.

## 2.1.4 Atelier n°3

### Choisir nos réseaux pour un numérique soutenable

**Pour articuler connectivité, résilience et sobriété, quelles sont les complémentarités et les concurrences entre les réseaux et les technologies, d'une part, fixes et mobiles, mais aussi entre 2G, 3G, 4G et 5G ou encore entre cuivre, fibre, câble et satellite ? Ces complémentarités et concurrences induisent-elles de nouvelles approches en termes d'extinction de réseaux, de changement de technologies, et de renouvellements des parcs d'équipements pour réduire l'empreinte environnementale ?**

Le choix a été fait de centrer l'atelier sur deux problématiques organisées en deux temps d'échange. Dans un premier temps, les participants, en sous-groupes, se sont exprimés sur la question : **« Quels réseaux privilégier lorsqu'on se situe à la maison ou au bureau pour réduire l'empreinte environnementale ? »** En discutant de cas d'usage ou cas limites, ils étaient invités à formuler ensuite en plénière trois messages clés destinés aux utilisateurs ou industriels. Les débats ont d'abord porté sur le postulat initial selon lequel le filaire est plus économe que le wifi ; lui-même plus économe que les réseaux mobiles. Les participants ont souligné que **ces réseaux ne jouent pas les mêmes rôles et n'ont pas vocation à répondre aux mêmes besoins et usages** (le fixe semble plus adapté à du streaming vidéo à domicile que le mobile par exemple). **La densité de population d'une zone de couverture ainsi que la capacité des OS des terminaux à passer d'un réseau à un autre**



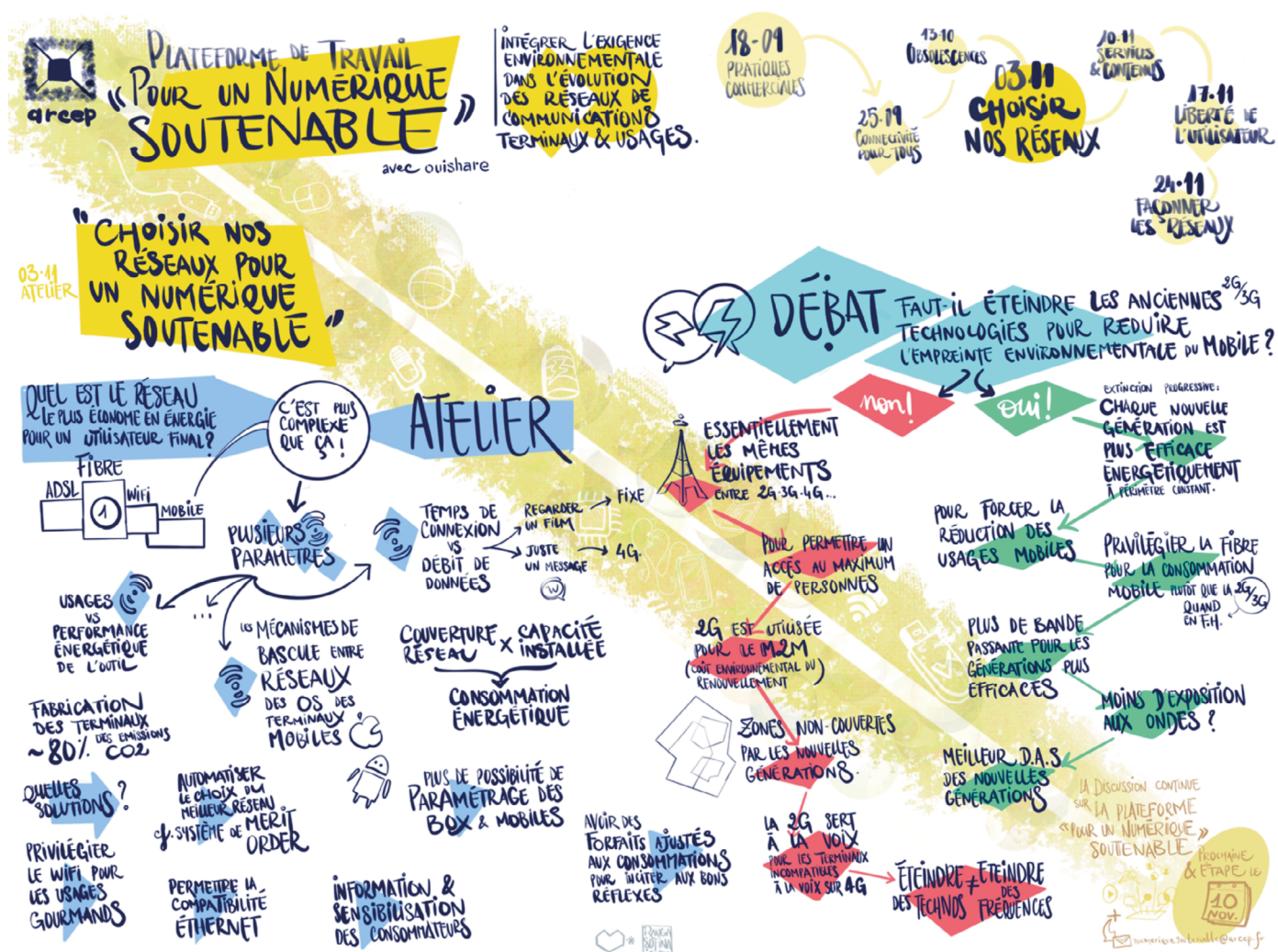


Figure 8 : Captation graphique de l'atelier 3

sont également des critères à prendre en compte. Il a également été reconnu que **les réseaux fibres s'avèrent intrinsèquement plus économes que les réseaux cuivre**. Différents leviers ont finalement été évoqués :

- la **sensibilisation des utilisateurs** à l'empreinte environnementale de chacune des technologies, afin d'inciter aux comportements vertueux, voire l'interdiction des forfaits illimités ;
- le **rôle central des fabricants et des systèmes d'exploitation** pour faciliter les usages vertueux, par exemple par :
  - la mise en place d'un **arbitrage intelligent sur le choix du réseau** au sein même des terminaux, en fonction de leur disponibilité mais aussi de la meil-

leure empreinte environnementale possible eu égard à l'usage : une sorte de préséance économique ou « *merit order*<sup>81</sup> » par usage ;

- le **renouveau d'équipements offrant une connectique filaire**, à même d'assumer une charge de trafic plus importante que le wifi ;
- l'intégration d'**outils de mise en veille automatique et d'optimisation énergétique**, notamment au niveau des box.

Dans un second temps, la question posée était : « **Faut-il éteindre les anciennes technologies mobiles 2G et/ou 3G pour réduire l'empreinte environnementale du mobile ?** ». Les participants, répartis aléatoirement dans deux groupes, se sont prêtés au jeu des « pour » et « contre »

81. Dans l'énergie, la logique dite de « merit order » consiste à faire appel aux différentes sources de production électrique, au fur et à mesure, en fonction du coût de production de celles-ci. Les sources les plus coûteuses ne sont ainsi sollicitées qu'en cas de pic de demande, lorsque toutes les autres sources de production ont été sollicitées.

l'extinction de ces technologies mobiles. L'objectif de cet exercice était d'inciter les participants à s'interroger sur leur propre positionnement et à mieux échanger sur cette question complexe. Les dix dernières minutes ont consisté en un échange de rôle, le groupe des « pour » devenant « contre » et vice-versa, afin de permettre à chacun d'exprimer l'ensemble des arguments à considérer. La diversité des arguments échangés a montré l'ambivalence du sujet : **il est difficile d'estimer la pertinence environnementale d'une extinction des réseaux mobiles d'anciennes générations.** Plusieurs éléments justifiant l'extinction des réseaux 2G ou des réseaux 3G ont été avancés, plusieurs sont venus justifier l'inverse. Parmi les arguments **en faveur d'une extinction**, on peut retenir que les **réseaux mobiles de dernières générations offrent une efficacité énergétique supérieure** : ils ont été conçus pour offrir plus de capacité par unité d'énergie et profitent des dernières améliorations énergétiques sur les composants (collecte plus performante par exemple). Les principaux arguments évoqués **contre une extinction des réseaux 2G et 3G** sont d'ordre matériel et commercial : les réseaux 2G et 3G **sont encore largement utilisés** – que ce soit via des terminaux M2M ou des téléphones incompatibles avec les services 4G, et **beaucoup d'équipements deviendraient alors obsolètes** en cas d'extinction de ces réseaux.

## 2.1.5 Atelier n°4

### **Penser les services et contenus numériques pour un numérique soutenable**

**Comment les services et les contenus sont acheminés au sein d'internet ? Quelles implications cela a concernant, par exemple, l'écoconception des sites et des logiciels, la gestion et le stockage des données ou encore les stratégies de compression des flux numériques ? Editeurs, opérateurs, écrans : peut-on d'ores-et-déjà identifier des bonnes pratiques chez certains acteurs ?**

Dans un premier temps, en partant de constats initiaux sur l'importance de certains usages en termes de consommation de bande passante (la vidéo notamment), il s'agissait de revenir sur l'empreinte environnementale des services et contenus numériques : « *Quelles dimensions, quels usages, quels acteurs ?* » et d'identifier les usages sur lesquels agir en priorité. Les participants ont notamment **rappelé l'importance d'inclure la phase de production des terminaux à l'évaluation de l'empreinte environnementale d'un usage** – qui doit par ailleurs **dépasser la seule question de son empreinte carbone**. Ils ont souligné le besoin que cette évaluation soit également projetée dans un **scénario respectant les engagements de l'accord de Paris**, c'est-à-dire, un monde permettant de contenir le réchauffement climatique en deçà des 2 degrés Celsius. Dans ce contexte, ils ont estimé nécessaire d'effectuer un **arbitrage sur le développement de certains usages** ou, à tout le moins, d'**optimiser les services** de sorte à en minimiser l'empreinte environnementale. L'**écoconception** doit notamment permettre de **créer des effets de plateau sur le trafic** et de minimiser la quantité de données transitant sur le réseau. Les participants sont revenus sur



de nombreux usages et en particulier la vidéo, les jeux vidéo, le streaming, le e-commerce, la réalité virtuelle, la réalité augmentée, les réseaux sociaux et plus largement la consultation de contenus sur les sites web. Les questions spécifiques aux entreprises et à l'internet des objets n'ont été que très brièvement évoquées.

Dans un second temps, les participants se sont répartis en deux sous-groupes relatifs à deux grands types de contenus et usages numériques distincts : d'un côté, la vidéo et les jeux vidéo et, de l'autre, les sites internet et les réseaux sociaux. Les questions suivantes ont été posées pour cadrer les échanges : « Quelles mesures déployer concrètement pour limiter l'empreinte environnementale de cet usage/service numérique ? Quels acteurs concernent-elles ? Quelle efficacité et faisabilité de ces différents leviers d'action ? ».

Plusieurs leviers d'action ont été évoqués avec des niveaux de contrainte variés : la sensibilisation/éducation des utilisateurs ainsi que les limites à leur responsabilisation, l'adaptation de la résolution des contenus au terminal de lecture, la nécessité d'un dialogue plus étroit entre fournisseurs d'accès à internet et fournisseurs de contenus et applications<sup>82</sup> ou encore l'interdiction des forfaits illimités et de la lecture automatique de vidéos. Enfin, un autre exemple de proposition a été étudié : la mise en place de design d'application par défaut et mieux disant environnementalement permettant une configuration ultérieure par l'utilisateur. En définitive, il est apparu comme essentiel de s'interroger collectivement sur la finalité du numérique et des modèles économiques qui le sous-tendent tout en préservant la liberté de l'utilisateur.



Figure 9 : Captation graphique de l'atelier 4

82. Voir glossaire.



Après un premier temps pédagogique où les participants se sont informés sur les technologies discutées, les acteurs ont été invités à échanger en sous-groupes puis en plénière sur **les solutions les plus pertinentes en fonction du trafic et sur la manière de combiner ces différents leviers** afin d'imaginer des architectures de réseaux plus efficaces sur le plan environnemental.

## 2.1.6 Atelier n°5

### Façonner les réseaux (architecture, mutualisation) pour un numérique soutenable

Chaque réseau est composé de « tuyaux » et d'équipements qui visent à optimiser son efficacité. Quelles sont les solutions d'optimisation de l'impact environnemental en fonction du trafic ? Existe-t-il des architectures de réseaux plus efficaces que d'autres ? Quels gains peut-on attendre de la mutualisation des réseaux, des réseaux distribués, des petites cellules, ou encore de la mise en veille des réseaux ?

Pour aborder les thématiques techniques de ce dernier atelier, l'Arcep a souhaité animer, dans une optique plus pédagogique, une discussion et des échanges entre experts et non-experts sur **les leviers physiques et logiques qui permettraient d'optimiser** l'impact environnemental (sur le plan énergétique et matière) des réseaux.

Quatre solutions ont été discutées : la mise en veille de certains équipements du réseau, la mutualisation des réseaux fixes et mobiles, les systèmes de *edge computing*<sup>83</sup> et les *small cells*<sup>84</sup>.

Les participants ont notamment relevé que les pratiques et leviers susmentionnés nécessitaient, pour contribuer réellement à une réduction de l'impact environnemental (en premier lieu de la consommation énergétique des réseaux), **une connaissance fine de la couverture des réseaux et du trafic** dont ils sont le support. Cette connaissance permet en effet d'**identifier les lieux où les différents leviers pourraient effectivement être utilisés** efficacement (par exemple, la mise en place de *small cells* dans les lieux à fort trafic ou bien la mutualisation des réseaux d'accès mobiles dans les zones de faible densité). Enfin, les participants ont également relevé que le degré d'utilisation des leviers discutés devait être déterminé en fonction notamment de **l'impact négatif qu'ils peuvent avoir sur d'autres aspects importants du fonctionnement des réseaux**, comme la **qualité de service**, la **durée de vie des équipements** (sur ces deux premiers aspects, la mise en veille des réseaux a interrogé) ou le **maintien d'une concurrence bénéfique pour l'utilisateur final** (sur la question de la mutualisation notamment).

83. Le *edge/fog computing* s'applique aussi bien pour les usages fixes que pour les usages mobiles et consiste à disséminer les équipements de traitement de données au plus proche des utilisateurs, en remplaçant les « gros » centres de données centralisés par des « mini » centres de données traitant l'information à un niveau proche des utilisateurs (par exemple, au niveau d'un site mobile), et en moins grande quantité (car plus localisés). Voir glossaire.

84. Les *small cells* ou petites cellules correspondent à de « mini-sites mobiles », de faible puissance et de faible portée (environ 100m). Jusqu'ici non déployées massivement en France, les petites cellules peuvent correspondre à un choix d'architecture (pour augmenter localement la capacité des réseaux mobiles et/ou cibler de façon « chirurgicale » les « puits de trafic », ex : sortie d'un métro) ou être déployées par contrainte physique (pour exploiter des bandes de fréquences hautes par exemple la bande millimétrique de faible portée, ex : 26GHz). Le recours à des petites cellules, en complément des sites mobiles « classiques », offre des opportunités pour reporter le surplus de trafic des sites classiques sur les petites cellules, permettant d'activer le mode veille plus efficacement et sur des périodes plus longues sur les petites cellules où aucun trafic n'est recensé. Le recours aux petites cellules évite ainsi le besoin de densifier le réseau par l'installation des sites mobiles « classiques » caractérisés par une plus forte consommation énergétique que les petites cellules. Il permettrait également de réduire la consommation énergétique du réseau tout en interrogeant sur les externalités négatives de ces équipements (augmentation de la signalisation, consommation matière...). Voir glossaire.



# PLATEFORME DE TRAVAIL « POUR UN NUMÉRIQUE SOUTENABLE »

avec ouishare

INTÉGRER L'EXIGENCE ENVIRONNEMENTALE DANS L'ÉVOLUTION DES RÉSEAUX DE COMMUNICATIONS TERMINAUX & USAGES.

18-09 PRATIQUES COLLECTIVES

13-10 OUSULENCES

30-01 SERVICES & CONTENUS

17-11 LIBERTÉ DE L'UTILISATEUR

25-09 CONNEXION POUR TOUS

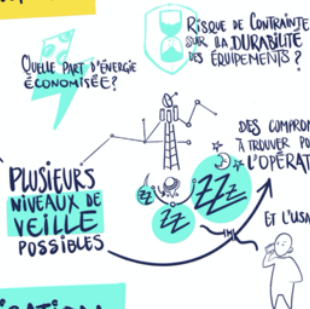
05-11 CHOISIR NOS RÉSEAUX

24-11 FAÇONNER LES RÉSEAUX

## FAÇONNER LES RÉSEAUX POUR UN NUMÉRIQUE SOUTENABLE

### MISE EN VEILLE

UNE BANDE DE FRÉQUENCE TOUJOURS ALLUMÉE POUR ASSURER LE SERVICE



### MUTUALISATION

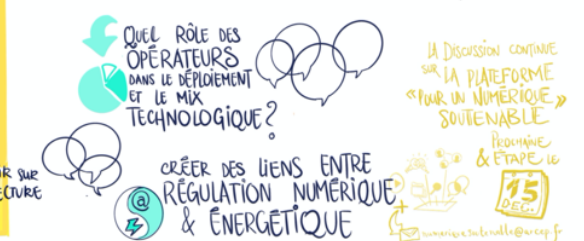
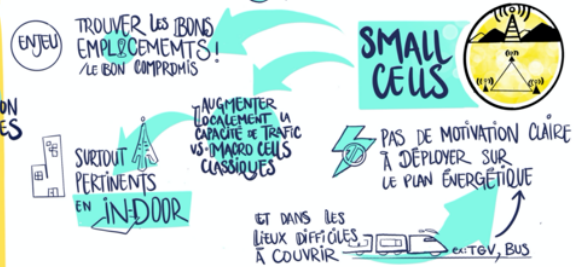
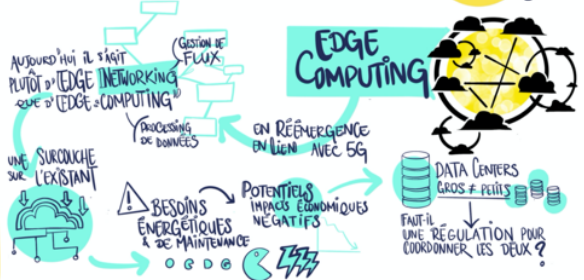


Figure 10 : Captation graphique de l'atelier 5





mieux mesurer la « **capacité du numérique à verdir d'autres secteurs** » pour la mettre en regard de l'impact du secteur numérique en lui-même (« **interroger le mythe de l'efficacité énergétique du numérique** »).

Les participants ont souligné le **caractère indispensable de la connectivité** partout en France, partie intégrante des missions de l'Arcep. Ils ont cependant insisté sur la **nécessité d'interroger les usages qui en sont faits et le besoin de multiplier les technologies de connectivité**.

Ensuite, et en montrant la complexité du sujet des déploiements de réseaux (diversité temporelle, géographique et technique), ils ont commenté le rôle et l'implication de multiples acteurs. En effet, il a été mentionné que les **élus et les représentants de collectivités recevaient une forte pression** des populations et entreprises **pour améliorer la connectivité de leur territoire**. Les **opérateurs**, eux, doivent jongler entre des **injonctions pouvant apparaître contradictoires de couverture et pourtant de réduction de leur consommation énergétique** (cette dernière présente par ailleurs un intérêt économique). Ensuite, il a été rappelé que ces enjeux majeurs nécessitaient une **bonne information des consommateurs** pour que ces derniers prennent conscience de l'impact de leurs usages (achat de smartphones, consommation de vidéos...). Cette affirmation a néanmoins été nuancée en insistant sur le fait que « **la responsabilité individuelle ne devait pas se substituer à celle de l'Etat** ». Finalement, certains échanges ont porté sur la **capacité de l'action publique à agir sur l'offre pour contraindre les usages**, soulevant bien sûr des **enjeux politiques et d'acceptabilité encore non-résolus**.

## 2.1.8 Grande discussion n°2

### Comment faire vivre soutenabilité du numérique et liberté de l'utilisateur ?

**Aujourd'hui, le principe d'ouverture d'internet (ou neutralité du net) induit un droit pour l'utilisateur à accéder aux services et contenus de son choix. Au nom de la soutenabilité du numérique, peut-on définir des usages plus utiles et d'autres plus futiles ? Comment en décider et au nom de quoi ? Quel est le rôle de l'incitation et la contrainte est-elle la solution ? La responsabilité est-elle à porter par les industriels ou les consommateurs ?**

Face à ces multiples interrogations, les participants ont d'abord choisi de s'attarder sur **l'impossibilité de définir des usages utiles ou futiles**, soulignant que « ce qui est futile pour les uns peut être utile pour les autres ». En outre, les **architectures de choix** sont faites de telle sorte que **l'utilisateur se retrouve bien souvent devant des nouvelles technologies, des offres, des incitations marketing et des normes sociales qui ne peuvent que contraindre ses décisions et ses comportements**. Encore une fois, la **sensibilisation du consommateur** est apparue dans les échanges comme **importante, mais insuffisante**. Insistant sur le fait que si la prise de conscience citoyenne existe et est essentielle, les **pouvoirs publics** se doivent de l'accompagner via des **actions fortes**, éventuellement en faisant **évoluer les lois**. Certains craignaient cependant qu'un **encadrement de chaque usage engendre « une course aux normes »** aux effets délétères.

Les participants semblaient par ailleurs préférer une vision plus globale, interrogeant alors les **modèles d'affaires des entreprises et les paramètres comparables de ces dernières**. Certains affirmaient qu'il faudrait y intégrer des **défi-**



Figure 12 : Captation graphique de la grande discussion 2

nititions claires de ce qu'est un produit ou service de qualité environnementale et sociale ; tandis que d'autres regrettaient encore le manque de variables structurantes pour permettre aux acteurs privés d'agir concrètement et efficacement. Des questions semblent subsister : faut-il diminuer la consommation de données ? Les usages ? Ou agir plus directement sur l'impact environnemental et les émissions carbone de ces usages ?

Cette discussion n'avait pas vocation à apporter des réponses précises à des questions si vastes. Néanmoins, les participants ont avancé quelques pistes de solutions telle que la formation des professionnels (des ingénieurs mais aussi des acteurs du marketing) pour éviter l'écueil du greenwashing. Ils ont également proposé la création d'un observatoire d'impact ou encore l'analyse de scénarios prospectifs afin de mieux anticiper l'impact des innovations.

## 2.1.9 Atelier portenoire

### Risque cyber, risque environnemental, organisé par l'ANSSI

L'objectif de cet atelier collaboratif était d'explorer, pour la première fois, les liens entre cybersécurité et environnement au moyen des questions suivantes :

**Considérée comme un sous-ensemble des activités numériques du point de vue de son impact sur l'environnement, quelle part la cybersécurité peut-elle et doit-elle prendre à l'effort de construction d'un numérique plus soutenable sur le plan environnemental ? Possède-t-elle des spécificités en la matière méritant d'être examinées ? Comment permettre une meilleure maîtrise de l'impact environnemental de la cybersécurité sans renoncer à une ambition toujours plus grande en faveur de la sécurité et de la confiance numérique ? Au-delà, existe-t-il entre les deux domaines, des adhérences, proximités voire des défis en commun ? Quelles synergies entre les spécialistes des deux domaines pourraient, le cas échéant, être envisagées ?**

L'atelier a permis d'identifier **plusieurs adhérences entre les deux domaines** bien qu'ils présentent des contextes distincts. Tout d'abord, on peut noter des concepts et caractéristiques partagés, **incluant la notion de risque, de crise, d'écosystèmes à protéger, de résilience de ces derniers**. L'environnement et la cybersécurité soulèvent également de grands **défis communs** tels que le développement d'un numérique « durable », la construction, au-delà du numérique, d'une société résiliente et la nécessité de convaincre les décideurs, en particulier au sein des entreprises, qu'une absence d'effort pourrait menacer un jour leur activité voire leur modèle économique.

Les échanges en groupe ont permis d'identifier plusieurs catégories d'objectifs pour la cybersécurité en lien avec l'environnement. Il s'agit en premier lieu d'œuvrer à une meilleure maîtrise de l'impact environnemental dans ce domaine. Cela passe par la formation des spécialistes de la cybersécurité à ces enjeux, l'évaluation précise de l'impact environnemental des activités de cybersécurité et la combinaison des impératifs de sécurité des échanges et des impératifs environnementaux (ex : réduction de la consommation énergétique des échanges, lutte contre l'obsolescence).

En second lieu, il s'agit de poser **la question des atouts de la cybersécurité pour l'environnement**. La lutte contre la cybercriminalité pouvant jouer un rôle important dans l'évitement de dommages environnementaux et dans la sécurisation des technologies placées au service de l'optimisation de la production et de la consommation énergétique. Réciproque-



### Atelier collaboratif

#### « Risque cyber, risque environnemental »

25 novembre 2020  
9h30 – 12h

Mois de l'innovation publique.





ment, il semble nécessaire de prendre en compte l'impact des crises environnementales sur les risques cyber, tels que la recrudescence d'actes malveillants dans le cyberspace ou les atteintes à la sécurité physique d'équipements (ex : surchauffe de data centers en période de canicule)

Enfin, les participants ont insisté sur la nécessité d'explorer les synergies entre les domaines de la cybersécurité et de la transition écologique, notamment en favorisant l'émergence d'approches partagées afin de développer un numérique durable et sécurisé, en envisageant des coopérations y compris techniques sur cette double démarche.

Plus concrètement et en réponse aux défis identifiés, plusieurs pistes d'action ont été proposées :

→ **valoriser l'approche par le risque** en prenant en compte les impacts des risques cyber sur les risques environnementaux et réciproquement, sans amoindrir l'ambition en matière de sécurité.

→ **développer l'éducation et la sensibilisation des acteurs de la cybersécurité aux enjeux environnementaux** afin d'une part de faire émerger une cybersécurité plus sobre et, d'autre part, de faire en sorte que la low et la green tech ne soient pas dénuées d'une composante sécurité.

→ **initier un dialogue entre les acteurs publics en charge des questions de cybersécurité (ex : ANSSI) et de transition environnementale (ex : ADEME)**. Mais aussi encourager plus généralement les initiatives de l'ensemble des acteurs des écosystèmes cyber et environnement, y compris dans leur dimension européenne et internationale.

→ **faire émerger un concept fédérateur autour d'un « commun » numérique, celui de « sustainable by design » (durable par conception)** qui rassemble les concepts de « security by design » et la limitation by design de **l'empreinte carbone des projets envisagés**.



## 2.2

### Contributions des acteurs de la société civile

ADEME  
AFNUM  
AKTIO  
ALTITUDE  
AVICCA  
BÉATRICE BELLINI  
BOUYGUES TÉLÉCOM  
CGDD  
CLCV ILE DE FRANCE  
CNUM  
COMMOWN  
VINCENT COURBOULAY  
COVAGE  
CRITEO  
CSA  
DIGITAL GREEN  
ERICSSON  
FACEBOOK  
FAMILLES RURALES  
FABRICE FLIPO  
FRANCE URBAINE  
FFTÉLÉCOMS  
FRANCE VILLE DURABLE  
GIMELEC  
GOOGLE  
GREEN IT  
HADOPI  
HALTE À L'OBSOLESCENCE  
PROGRAMMÉE  
LES AUGURES  
MÉTROPOLE EUROPÉENNE DE LILLE  
NEGAOCTET  
NUMERISAT  
OVH CLOUD  
QARNOT  
GAUTHIER ROUSSILHE  
SNCF  
TELECOOP  
THE SHIFT PROJECT  
TIBCO  
UFC QUE CHOISIR  
VODAFONE  
WIFIRST

# LES GRANDES IDÉES

**Améliorer l'efficacité énergétique des réseaux**

ERICSSON GOOGLE CGDD FACEBOOK  
GIMELEC  
VODAFONE  
FFT OVHCLLOUD QARNOT FRANCE URBAINE

**Utiliser les réseaux les moins énergivores**

THE SHIFT PROJECT COVAGE  
TELECOOP  
MEL  
NUMERISAT WEFIRST  
voir atelier 3

**S'appuyer sur des données de mesure précises**

**Informer et responsabiliser les utilisateurs**

LES AUGURES UFC QUE CHOISIR HADOPI  
F. FLIPO  
FRANCE URBAINE FAMILLES RURALES  
WEFIRST ADEME CGDD  
CSA  
AFNUM MEL OVHCLLOUD  
voir discussion 2

ERICSSON  
ALTITUDE

AFNUM

FRANCE VILLE DURABLE

CNNUM  
CGDD

BOUYGUES TELECO

G. ROUSSILHE

GIMELEC

THE SHIFT PROJECT

FACEBOOK

NEGAOCTET

OVHCL

ME

CLCV ILE-DE-F

CSA

FFT

SNCF

ADEME

TELECOOP

V. COURBOULAY

AVICCA

AKTIO

GOOGLE

NDES

S

F. FLIPO  
 THE SHIFT PROJECT  
 UFC QUE CHOISIR  
 HOP  
 NUMERISAT

**Changer les modèles économiques des offreurs de terminaux, services et contenus**

voir atelier 1

B. BELLINI  
 TELECOOP  
 G. ROUSSILHE  
 GREEN IT TOTAL  
 FAMILLES RURALES

THE SHIFT PROJECT  
 GOOGLE  
 COMDOWN  
 ERICSSON  
 AFNUM  
 CGDD

**Favoriser l'écoconception des terminaux (durabilité, réparabilité, réemploi, recyclage)**

CLCV ILE-DE-FRANCE  
 FAMILLES RURALES  
 FFT  
 GREEN IT  
 MEL  
 TIBCO

voir atelier 2

FACEBOOK  
 HOP  
 LES AUGURES

TELECOM  
 NUMERISAT  
 ATKIO  
 ADEME  
 CRITEO



CNNUM  
 DIGITAL GREEN  
 G. ROUSSILHE  
 TELECOOP

**Encourager l'écoconception des services et contenus**

voir atelier 4

ADEME  
 FAMILLES RURALES  
 HADOPI  
 GREEN IT

« L'éco-conception des services numériques permet une intégration systématique des aspects environnementaux dès la conception et le développement de produits (biens et services, systèmes) avec pour objectif la réduction des impacts environnementaux tout au long de leur cycle de vie à service rendu équivalent ou supérieur. »

L'ADEME, qui est l'opérateur de l'Etat pour accompagner la transition de notre pays vers un modèle bas carbone, est convaincue que la révolution numérique peut être un puissant levier pour répondre aux enjeux environnementaux auxquels nous sommes confrontés.

Les technologies digitales, les progrès de l'électronique offrent de nombreuses opportunités à saisir, des possibilités immenses pour aller vers la mutualisation, le partage et l'optimisation des ressources. Cette question des ressources est au cœur de la transition écologique.

Ces 50 dernières années, la population mondiale a plus que doublé (3 Mds à 7 Mds) tandis que la consommation de ressources a, elle, presque quadruplé (23 Mds de tonnes à 85 milliards de tonnes).

Tout le paradoxe dans la transition numérique est qu'elle « disrute » nombre de pratiques et de modèles, tout en s'inscrivant dans une culture productiviste et prédatrice de l'environnement typique du siècle passé.

Il faut permettre la synergie entre les deux transitions, la transition numérique et la transition écologique, la première ne pouvant pas se faire sans la deuxième.

Pour l'ADEME, il y a plusieurs axes de travail et d'actions à mener :

→ Tout d'abord, un travail sur la connaissance des impacts du numérique car pour réduire, il faut connaître. Or, les impacts en termes de consommation d'énergie, de ressources, et d'émissions de gaz à effet de serre du déploiement des nouvelles technologies restent peu précis et peu partagés. L'évaluation environnementale suppose une analyse sur l'ensemble du cycle de vie du produit et dans une approche multicritère. L'ADEME entend ainsi poursuivre les travaux liés à l'élaboration de méthodologies permettant de développer la connaissance des impacts environnementaux des différentes briques numériques. Le développement de ce socle technique permettra notamment de poursuivre les travaux déjà initiés afin de mesurer l'impact environnemental des produits et services numériques.

→ Le deuxième axe est de travailler à la réduction des impacts environnementaux en développant notamment l'éco-conception des équipements, les procédés et filières de recyclage, l'allongement de la durée d'usage des appareils.

On a maintenant une Loi qui inscrit notre pays résolument dans la transition vers l'économie circulaire, avec l'objectif de découpler progressivement la croissance économique et la consommation de matières premières au travers d'une consommation et une utilisation plus efficace des ressources.

L'éco-conception des services numériques permet une intégration systématique des aspects environnementaux dès la conception et le développement de produits (biens et services, systèmes) avec pour objectif la réduction des impacts environnementaux tout au long de leur cycle de vie à service rendu équivalent ou supérieur.

L'ADEME se doit de faire émerger une offre de produits, biens, et services numériques à haute performance environnementale, grâce à la mise en œuvre de démarches d'éco-conception en finançant les entreprises via nos dispositifs de soutien.

L'allongement de la durée d'usage des équipements et services numériques est d'autant plus important que 75 % de l'impact environnemental du numérique est lié à la phase de fabrication des équipements. Cela participe de plus à l'économie circulaire et permet ainsi de réduire la production de déchets et de limiter la consommation de ressources, en évitant ou en retardant l'achat de produits neufs. De plus, le secteur de la réparation notamment permet de générer des emplois plutôt non délocalisables et peut permettre d'augmenter le pouvoir d'achat des français.

L'ADEME travaille depuis de nombreuses années avec l'ensemble des acteurs sur ces sujets et compte poursuivre ses travaux et notamment les études d'observation, les travaux d'étude relatifs aux conséquences de l'impact environnemental de l'allongement de la durée d'usage des produits et enfin poursuivre les travaux sur la mise en œuvre des indices de réparabilité et de durabilité.

→ Un troisième axe est d'agir sur les comportements car s'il y a des produits, il y a aussi des utilisateurs.

Il faut éduquer le consommateur au bon usage des technologies, il faut aussi éveiller les consciences sur les modes de consommation. Les questions de sur-équipement, de fréquence de renouvellement et de lutte contre les gaspillages sont donc centrales dans les enjeux de consommation responsable.

Bien entendu, un autre axe fondamental est l'utilisation des services numériques comme accélérateur possible de la transition écologique. De nombreuses pratiques sont rendues possibles grâce à la démocratisation des outils numériques, à leurs possibilités de mise en relation des personnes et des entreprises, à l'accès à un partage de données, ou encore à la puissance de calculs ; tous les secteurs bénéficient de ces apports, l'économie circulaire, la mobilité, la production d'énergie...

Il est nécessaire de pouvoir mesurer le gain net environnemental, entre ce que peuvent apporter les services numériques d'aujourd'hui et de demain, et les impacts induits par leur fonctionnement.



« Nous soutenons l'instauration d'un Observatoire de l'Impact Environnemental du Numérique pour parvenir à un état des lieux y compris en termes de gains apportés par le numérique dans tous les secteurs de l'économie. »

Le numérique est aujourd'hui au cœur des attentions, aussi bien grâce à son potentiel en tant que levier de la transition écologique que du fait de son empreinte environnementale. L'année 2020 a vu se multiplier les initiatives sur le sujet tant au niveau français qu'europpéen. Les ateliers organisés par l'Arcep ont donc été pour nous une occasion bienvenue pour échanger avec l'ensemble des parties prenantes, mesurer l'étendue des connaissances sur le sujet et affirmer une nouvelle fois l'intérêt et l'implication des acteurs industriels.

Pour un assurer un numérique qui soit de plus en plus responsable, nous estimons en premier lieu que les parties prenantes doivent établir un **consensus autour des périmètres** que celui-ci couvre, avec des **méthodes de calcul et des indicateurs communs** à tous les acteurs, pour **l'objectivation de son impact et de son potentiel**. Dans ce cadre, nous soutenons l'instauration d'un **Observatoire de l'Impact Environnemental du Numérique pour parvenir à un état des lieux y compris en termes de gains apportés par le numérique dans tous les secteurs de l'économie** (santé, agriculture, mobilité, industrie, smart home, smart building...)

Il s'agit également de **responsabiliser tous les acteurs de la chaîne de valeur du numérique** en fonction de leur maturité et du potentiel d'amélioration des pratiques, en s'appuyant sur le **cadre législatif existant**, et en **harmonisant au maximum au niveau européen** pour plus de lisibilité pour les entreprises et d'efficacité pour le marché unique. **Une approche différenciée selon le type de produits et le type de marché** (B2B, B2C) sera essentielle pour prendre en compte les spécificités et les efforts déjà mis en place.

Au niveau français, la loi de février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire constitue une étape importante pour la rencontre des transitions numérique et écologique et l'AFNUM est impliquée dans de nombreux chantiers (indices réparabilité et durabilité, fonds réparation, fonds réemploi, pièces détachées, garantie, mises à jour logicielles...). Le plan d'action économie circulaire ou le nouvel agenda consommateur de la **Commission européenne** connaîtront en 2021 des traductions législatives européennes concrètes qu'il convient également d'intégrer. De manière générale, il nous semble impératif de **ne pas négliger le soutien du cadre législatif existant** dans les réflexions de pistes d'actions.

Parmi les leviers qui nous semblent clé, nous appelons à travailler sur le **développement de la formation et des compétences**, notamment dans le secteur de la réparation des produits (la plus grande connectivité des produits rend leurs pannes plus complexes) ou dans le domaine de l'éco-conception des services.

Il s'agit en outre de développer **l'information de l'utilisateur pour le responsabiliser** au travers d'outils fiables, vérifiables et pragmatiques, de manière à lui donner les moyens d'effectuer des choix éclairés et permettre une prise de conscience sur l'impact de ses comportements. De manière plus générale, la **sensibilisation dès le plus jeune âge** aux usages du numérique et à ses enjeux nous semble être essentielle.

De même, la **commande publique durable** constitue un levier d'exemple, au travers d'ambitions claires et précises, et de critères objectifs et contrôlables, pour inciter tous les acteurs de la chaîne du numérique à développer de bonnes pratiques.

L'avènement d'un numérique soutenable ne se fera pas non plus sans un **soutien à l'innovation**, qui favorise l'émergence de nouvelles solutions, produits et services, matériels et immatériels, toujours plus performants et respectueux de l'environnement.

Enfin, tous ces outils ne sauraient être efficaces sans une **réelle surveillance de marché**, primordiale pour que la dynamique et le changement de modèle économique s'opèrent réellement dans le respect d'une concurrence loyale et d'une équité entre les acteurs économiques.

# AKTIO

« Il est clair qu'une information fiable sur l'empreinte carbone ne suffira pas à la réduire : ce sont surtout la sobriété des usages, l'éco-conception, le rythme de renouvellement des équipements qui feront la différence. »

## La transparence carbone, outil clé pour un numérique responsable

Le numérique représente environ 4% des émissions de gaz à effet de serre mondiale, l'ordre de grandeur commence à être connu, même du grand public. Mais tout est dans le "environ" : **estimer cet impact est rendu complexe par la technicité des produits**, la complexité des chaînes de valeur, des réseaux et des usages.

Si l'on souhaite être plus précis dans l'évaluation de cette empreinte carbone, par exemple pour calculer des indicateurs parlant pour le grand public, alors le manque de données fines et spécifiques rend l'exercice difficile :

→ 1h de streaming en HD ? Entre 18 et 400 gCO<sub>2</sub>eq selon les études et les pays...

→ 1h sur les réseaux sociaux ? Il faut d'abord savoir quels réseaux, sur quel appareil, et avec quelle connectivité (WiFi, Ethernet, xDSL, Fttx, 3G, 4G...)

Chaque résultat nécessite de nombreuses hypothèses, et les batailles de chiffres risquent de décrédibiliser les efforts de toute l'industrie.

**Il est clair qu'une information fiable sur l'empreinte carbone ne suffira pas à la réduire : ce sont surtout la sobriété des usages, l'éco-conception, le rythme de renouvellement des équipements qui feront la différence.** Mais sans cette information, impossible de hiérarchiser efficacement nos décisions, en tant que consommateurs et acteurs de la chaîne de valeur du numérique.

Avec la **loi pour l'économie circulaire (AGEC)**, les opérateurs télécoms devront indiquer à leur clients l'impact carbone de leurs usages, dès janvier 2022. Il s'agit d'une mesure importante qui va dans le bon sens, et nous portons deux propositions pour permettre sa mise en oeuvre effective, et aller plus loin :

**1) Rendre publiques l'ensemble des hypothèses et le détail des analyses de cycle de vie (ACV) des produits et équipements numériques.**

La réglementation actuelle permet de disposer d'un chiffre "brut", par exemple, "un iPhone 12 Pro 128Gb représente 75 kgCO<sub>2</sub>eq pour sa fabrication". Pour comprendre et agir sur l'impact du numérique, c'est l'ensemble du calcul aboutissant au résultat qui doit être public, avec les hypothèses sur la logistique, la consommation lors des phases d'usage et les modalités de fin de vie et de recyclage. Cette publication devrait idéalement se faire via des API afin de faciliter l'émergence d'outils exploitant ces données.

**2) Rendre obligatoire la publication du bilan carbone annuel des entreprises du numérique - grands groupes, ETI et PME - sur l'ensemble de leurs émissions directes et indirectes, et du plan d'action associé.**

Le bilan carbone n'est obligatoire que pour les entreprises de plus de 500 salariés, tous les 4 ans. Étendre son application aux PME permettra à tous les acteurs du secteur de partager ce référentiel, et l'annualiser permettra d'être synchronisé avec les processus de décisions des entreprises, notamment budgétaires.

Une des difficultés de l'exercice est l'évaluation des émissions indirectes, notamment le transport, les achats et l'usage en aval. Disposer d'ACV et de bilans carbone détaillés de tous les acteurs permettra de pallier le manque de données.

Nous avons la chance d'avoir de grands groupes historiques et une nouvelle génération d'entreprises numériques en forte croissance, qui pourront ensemble **pousser tout l'écosystème vers plus de transparence.**

Avec la **transparence carbone**, consommateurs et entreprises pourront, chacun à leur niveau, contribuer à réduire l'empreinte du numérique, qui est un formidable outil pour aider à décarboner l'ensemble des autres secteurs. Sans transparence carbone, le numérique responsable ne sera pas, et il nous le faut pour réussir notre transition écologique !

# ALTITUDE

« Les discussions ont fait remonter une absence d'évaluation précise et fiable des usages numériques et de leur contribution nette au réchauffement climatique, y compris en analyse de cycle de vie. »

Le Groupe Altitude remercie l'Autorité pour cette opportunité de s'exprimer sur ce sujet important et qui nous concerne tous, bien au-delà des frontières françaises.

Le Groupe Altitude partage les préoccupations de l'Autorité et des pouvoirs publics concernant les effets du réchauffement climatique sur nos modes de vie et entend participer pleinement aux efforts visant à réduire notamment le poids du numérique dans les émissions de gaz à effet de serre. Dernier exemple, à titre illustratif, de l'implication et de la prise de conscience du Groupe : les nouveaux bureaux du siège à Val de Reuil, tout juste livrés, disposent de panneaux solaires sur leurs toits.

Dans le même sens, et sans être exhaustif, le Groupe Altitude mène de **nombreuses actions de réduction des GES** :

- Remplacement du parc automobile par des véhicules hybrides ou tout électrique,
- Optimisation des déplacements des techniciens,
- Eco conception de ses réseaux,
- Sensibilisation de son personnel aux sujets environnementaux,
- Traitement des déchets de chantier.

Le groupe Altitude s'est engagé à accélérer l'ensemble de ses actions sur l'année 2021 et a entrepris des recrutements dédiés à ce volet dans ce sens.

Le Groupe Altitude considère que le numérique ne serait être vu qu'à travers le seul prisme de ses émissions de GES. Son absence ou sa limitation peut être facteur d'exclusion économique et/ou sociale ; sa présence permettre le développement d'innovations et d'économies d'énergie, et donc de GES. Le Groupe Altitude note à ce titre que les **discussions ont fait remonter une absence d'évaluation précise et fiable des usages numériques et de leur contribution nette au réchauffement climatique, y compris en analyse de cycle de vie**. Avant que l'Autorité prenne toute mesure qui pourrait réduire un effet potentiellement bénéfique du numérique, il conviendrait qu'elle affine ces estimations afin de prendre ses décisions de façon éclairées sur la base d'éléments factuels, documentés et chiffrés.

Dans le même temps, et afin de répondre dès aujourd'hui à l'urgence climatique, le Groupe Altitude reste à la disposition de l'Autorité pour participer à ce qui pourrait être des groupes d'experts « environnement » thématiques qui pourraient permettre aux acteurs concernés d'échanger ou de définir les bonnes pratiques en matière d'environnement afin que le secteur avance collectivement dans la bonne direction. De telles enceintes permettraient d'éclairer l'Autorité dans l'attente de mesures plus contraignantes basées sur des estimations fiables de l'impact net de chaque usage numérique. A ce titre, le Groupe Altitude note que les discussions se sont essentiellement concentrées sur les aspects mobiles et usages. Il est probable que **des actions puissent également être engagées sur le fixe pour réduire les émissions de GES**. Pour exemple, les aspects autres que matériels (interventions de SAV par exemple) semblent complètement oubliés des réflexions alors qu'une fois les réseaux FttH déployés ils constitueront une part significative des émissions sur lesquelles les opérateurs pourront agir.

En conclusion, le Groupe Altitude invite l'Autorité à stimuler la prise de conscience et les actions volontaires des acteurs tout en limitant les mesures coercitives au périmètre où l'effet net en termes de GES est connu et fiable.

# AVICCA

« L'Avicca (...) souhaite naturellement prendre part aux réflexions concernant son impact environnemental. Cette volonté se concrétise notamment par la mise en place de partenariats avec des acteurs privés. »

Depuis plus de 15 ans maintenant, les **collectivités territoriales** sont autorisées à construire, exploiter et commercialiser des réseaux de communications électroniques, principalement là où **l'investissement privé fait défaut**. À l'heure où certaines d'entre elles sont d'ores et déjà parvenues à apporter la fibre optique à l'intégralité de leurs populations, d'autres mobilisent de façon pragmatique l'ensemble des technologies disponibles, filaires comme hertziennes, pour accéder au Très Haut Débit.

Ces actions reconnues **d'aménagement numérique des territoires** ont porté essentiellement - mais pas exclusivement - sur le développement des infrastructures. Les retours d'expérience sont par conséquent riches et nombreux sur la conception, la construction, la maintenance, la complémentarité... des réseaux, mais également sur leurs usages. L'Avicca fédérant les collectivités dont l'ambition est de faire bénéficier le plus grand nombre des apports du numérique, elle souhaite naturellement prendre part aux réflexions concernant son **impact environnemental**. Cette volonté se concrétise notamment par la mise en place de **partenariats** avec des **acteurs privés**, spécifiquement axés sur cette thématique prospective.

Ce sujet, vaste s'il en est, nécessite assurément d'être défriché pour cerner ses aspects **matériels** (réseaux, technologies, terminaux,...) comme **fonctionnels** (usages, pratiques individuelles et collectives,...). Et la littérature florissante sur ce thème montre la **variété** comme la **complexité** des incidences sur l'environnement, depuis la consommation de matières premières jusqu'aux besoins en énergie, qu'il convient d'évaluer pour les mettre en regard des services apportés.

Autant de questions qui interrogent directement les **politiques stratégiques** poursuivies par les collectivités, mais également leurs modes d'organisation, et l'exercice même de leurs compétences que le numérique peut aussi transformer. Les travaux de la plateforme «Pour un numérique soutenable» devraient ainsi permettre d'identifier **l'ensemble des leviers accessibles aux collectivités** pour tirer le meilleur parti du numérique, tout en en **mesurant** les retombées.

# BÉATRICE BELLINI

MAÎTRE DE CONFÉRENCES EN SCIENCES DE GESTION, UNIVERSITÉ PARIS NANTERRE

RESPONSABLE DE LA CHAIRE POSITIVE BUSINESS<sup>85</sup>

« Faire évoluer les pratiques du management (finance, marketing, stratégie...) afin de gagner en soutenabilité. »

Il peut paraître étonnant de publier un texte sur le management dans un rapport portant sur le numérique soutenable. Pourtant, la crise sanitaire rappelle que le soutenable est lié non seulement à l'attention portée au social et à la réduction des impacts environnementaux, mais également à la viabilité économique des organisations. La tendance est souvent d'isoler la prise en compte des axes social et environnemental dans une fonction RSE (Responsabilité Sociétale de l'Entreprise), indépendamment des pratiques du cœur de métier. Il est cependant difficile de développer des actions nuisant à la rentabilité économique des organisations, portant ainsi atteinte à leur pérennité. L'approche intégrative semble alors indispensable pour être réellement efficace. C'est tout l'enjeu des travaux de la chaire Positive Business de notre université : **faire évoluer les pratiques du management (finance, marketing, stratégie...) afin de gagner en soutenabilité.**

Le **modèle d'affaires** est au cœur des écosystèmes économiques et les pilote. Il comprend trois éléments fondamentaux :

- la **proposition de valeurs** faites au client ;
- **l'équation de valeur** permettant de tirer des bénéfices financiers des activités ;
- la **structure de la valeur** qui conditionne le choix d'externaliser ou non certaines fonctions.

Nous présenterons ici deux points de réflexion relative à ce modèle d'affaires, qui nous paraissent indispensables à une approche pertinente du numérique soutenable.

→ Tout d'abord, il est nécessaire de valoriser les efforts en matière sociale et environnementale faits par l'organisation au niveau de la **proposition de valeur**, soit au niveau de ses produits ou services, car c'est elle qui permet une valorisation économique par la génération de chiffres d'affaires. Il s'agit de formaliser clairement dans l'offre faite au client une qualité sociale et une qualité environnementale de produit ou service afin de créer de la valeur et justifier un surprix responsable. Cette orientation marketing est de plus, totalement compatible avec l'évolution du marché vers des positionnements plus responsables, poussés non seulement par les réglementations mais aussi par les attentes des citoyens. Une formation des marketeurs à ces concepts est essentielle pour une différenciation concurrentielle.

→ Le second point concerne **l'évaluation de la pertinence** des solutions proposées quant à la baisse d'impacts entraînés au regard des engagements à atteindre : notion d'ordre de grandeur. Le modèle économique le plus susceptible de découpler la croissance des organisations de la consommation des ressources, puisque nous sommes dans un monde fini, est l'économie de fonctionnalité. Souvent confondue avec l'économie circulaire, ce modèle repose sur la vente de l'usage et non plus du produit, le producteur gardant la propriété de ce dernier. Cela va entraîner un intérêt économique à travailler sur sa plus longue durée de vie, mais aussi reconsidérer les rapports entretenus par les acteurs de toute la filière. L'intérêt du modèle ne devra cependant pas être pénalisé par la démultiplication des données numériques qu'il implique générant une hausse de la consommation énergétique ; on parle d'économie de fonctionnalité numérique. C'est un enjeu d'avenir essentiel compte tenu de l'impact de la révolution digitale sur nos modes de vie.

# BOUYGUES TÉLÉCOM

« En dépit de leurs efforts (...) les opérateurs ne pourront à la fois réduire drastiquement leurs émissions de gaz à effet de serre et, dans le même temps, augmenter la capacité de leurs réseaux pour répondre à la demande toujours plus forte de leurs clients, provoquée en partie par l'adoption par la société de comportements plus sobres (télétravail par exemple). »

Les changements climatiques et leurs effets sur nos écosystèmes sont des menaces qui appellent des mesures rapides et efficaces. Au cœur du dispositif de riposte, le numérique doit être l'objet d'une double exigence. On attend de lui qu'il soit lui-même plus sobre mais qu'il accélère également la transition environnementale en contribuant à la décarbonation d'autres secteurs d'activité (Smart Cities, télé-médecine, enseignement à distance, Smart Buildings, télé-présence...).

Dans ce contexte, il est évident que la question de la soutenabilité du numérique ne peut s'apprécier de manière isolée. Elle doit **inclure toutes les filières** avec lesquels des interactions existent, en sorte d'apprécier les gains et les coûts écologiques **de manière globale**. C'est ainsi l'ensemble du système qu'il convient d'analyser en pondérant, le cas échéant, l'augmentation des usages numériques par leur contribution générale à la réduction de l'empreinte carbone<sup>86</sup>. Cette approche est, par ailleurs, nécessaire pour **établir des arbitrages** clairs, afin d'éviter que ne soient donnés aux opérateurs des objectifs contradictoires, qui juxtaposeraient maladroitemment sobriété et aménagement du territoire, ou encore neutralité d'internet et contrainte sur les usages.

En dépit de leurs efforts, qui se traduisent notamment par l'introduction de technologies plus efficaces (FttH vs. xDSL, 5G vs. 4G), **les opérateurs ne pourront à la fois réduire drastiquement leurs émissions de gaz à effet de serre et, dans le même temps, augmenter la capacité de leurs réseaux pour répondre à la demande toujours plus forte de leurs clients, provoquée en partie par l'adoption par la société de comportements plus sobres (télétravail par exemple)**<sup>87</sup>.

En vérité la résolution de cette équation passe inévitablement par un **effort collectif, équitablement assumé** par l'ensemble des acteurs de la filière. Il est clair qu'une politique de sobriété qui ne concernerait que les opérateurs ne saurait être pleinement efficace, et aggraverait au passage les déséquilibres qui existent déjà dans l'organisation de la régulation<sup>88</sup>. A titre d'exemple, on ne peut que regretter que la loi sur l'économie circulaire impose aux seuls opérateurs de publier les émissions de gaz à effets de serre correspondant aux usages fixes et mobiles de leurs clients, en laissant de côté les plateformes de contenus.

Pour autant les opérateurs doivent prendre leur part. Ils ont d'ailleurs commencé à le faire. **L'exigence environnementale est ainsi d'ores et déjà intégrée par Bouygues Telecom** dans l'organisation de son activité. Au niveau de son réseau d'abord, Bouygues Telecom applique une politique de réemploi des équipements et des centres de données qui ne sont plus utilisés sur leur site d'origine. S'ils ne peuvent être réutilisés, ces équipements sont revendus après reconditionnement et s'ils n'ont plus de potentiel de revente, ils sont alors recyclés et dirigés vers des filières spécialisées en Europe.

S'agissant des terminaux mobiles ensuite, Bouygues Telecom travaille depuis dix ans avec la société Recommerce, acteur majeur du reconditionnement en France. Ce partenariat lui permet de collecter et reconditionner de très nombreux mobiles auprès de ses clients (près de 2 millions d'appareils à ce jour). L'accent est également mis sur l'allongement de la durée des terminaux en offrant des conditions avantageuses pour les faire réparer dans des points WeFix. Bouygues Telecom est en effet convaincue que la **réflexion sur le cycle de vie** des Smartphones devrait être appréhendée non pas à l'échelle de son utilisateur initial mais de sa durée de vie totale, en incluant, notamment, le **réemploi** par des utilisateurs successifs.

En définitive, si le numérique doit nécessairement travailler à la réduction de son impact environnemental, les outils qui pourraient être déployés pour guider son effort doivent éviter **le piège d'une approche « en silo »**, qui ignorerait les autres composantes du problème. Cette exigence est nécessaire d'abord au sein de la filière, pour assurer une répartition équitable des contraintes entre l'ensemble des acteurs. Elle l'est également au-delà du numérique pour, d'une part, tenir compte des externalités positives que celui-ci peut avoir sur le bilan écologique des autres secteurs et, d'autre part, ne pas oublier les ambitions qu'il porte dans l'organisation future de notre société.

86. Plusieurs analyses sont actuellement conduites, avec des résultats encore peu consensuels. Selon la GSMA, 1g de CO2 émis par le secteur numérique permettrait d'éviter l'émission de 10 g par d'autres secteurs. Ce rapport ne serait que de 1 à 3 selon d'autres études.

87. Si chaque nouvelle génération technologique se montre, au Go transporté, plus sobre que la précédente (dans un rapport de 1 à 3, selon nos observations, entre la 5G et la 4G), la croissance des usages, d'environ 40 % par an, se traduit inévitablement par l'augmentation de la consommation énergétique de nos réseaux.

88. Bouygues Telecom renvoie, à titre d'exemple, au rapport de l'Arcep « Les terminaux, maillon faible de l'ouverture d'internet », février 2018.



# COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE (CGDD)

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

« Quoique récente, la prise de conscience collective de l'impact environnemental du numérique est amorcée.

Cet impact doit cependant être mieux compris, évalué et, dès à présent, maîtrisé. »

Les transitions numériques et écologiques s'imposent comme deux défis majeurs du XXIème siècle. Leur convergence est un impératif.

Cette convergence est d'abord **une opportunité pour accélérer la transition écologique**. Cela passera notamment par une plus grande libéralisation et diffusion des données à valeur environnementale et par leur réutilisation par les acteurs privés, associatifs et publics. Cela nécessitera également de mieux mobiliser, en toute **transparence**, le potentiel de l'intelligence artificielle dans tous les aspects de la transition : d'une utilisation plus sobre de notre énergie même décarbonée, à l'optimisation de nos flux de transports, la réduction des coûts et une augmentation de l'efficacité des rénovations de nos logements, ou au service d'une protection plus efficace de la biodiversité...

Cette convergence doit cependant s'effectuer **en cohérence avec nos limites planétaires**, la limitation à 1,5°C de l'augmentation des températures avant l'ère industrielle, et la sauvegarde de la biodiversité. Or le développement du numérique a lui-même un impact environnemental, et sa trajectoire en croissance diverge de la trajectoire globale de la France, que cela soit en termes de CO2, d'épuisement des ressources abiotiques, ou de tensions exercées sur l'eau douce. A titre d'exemple, les émissions de CO2 du numérique ont ainsi augmenté depuis 2013 d'environ 450 millions de tonnes dans l'OCDE, alors que les émissions globales ont diminué de 250MtCO2eq. **Quoique récente, la prise de conscience collective de l'impact environnemental du numérique est amorcée. Cet impact doit cependant être mieux compris, évalué et, dès à présent, maîtrisé.**

Le Ministère de la Transition écologique soutient le développement d'un **numérique sobre et responsable** dans toutes les phases de son cycle de vie, en prenant en compte les dispositions de la loi sur l'énergie et le climat (objectif de neutralité carbone en 2050) et loi AGEC (indice de durabilité, information sur l'impact en gaz à effet de serre de nos consommations de données, lutte contre l'obsolescence programmée...). Ses services continueront à s'investir sur les prochains défis numériques pour en assurer un déploiement en cohérence avec nos impératifs environnementaux.

Enfin, en tant qu'acteur économique, le Ministère de la Transition écologique se mobilise avec ses partenaires (DINUM, DGE, DAE, ...) pour réduire l'impact environnemental du numérique et à soutenir les recherches et projets allant dans ce sens. Suite à la présentation par les ministres de l'économie, des finances et de la relance, de la transition écologique, et du numérique de la feuille de route interministérielle le 8 octobre 2020, une feuille de route ministérielle est en cours de finalisation.

# CLCV ILE DE FRANCE

CONSOMMATION LOGEMENT CADRE DE VIE

« La CLCV demande un retour au principe de sobriété par une étude des moyens adaptés à la réduction de la consommation énergétique et à l'économie circulaire. »

La 5G constitue sans nul doute un tournant dans le développement du numérique et s'inscrit comme une amélioration significative du réseau mobile très haut débit.

Toutefois dans le cadre de la sobriété énergétique et de la sobriété de ondes électro-magnétiques, la CLCV constate qu'**aucune étude scientifique** n'est disponible sur l'impact du numérique en la matière.

Pourtant, le renforcement de l'action climatique a pour principal levier, et de loin, le renforcement de la réduction de la consommation d'énergie.

La consommation de ressources naturelles pour la **production d'équipements** est également très peu étudiée. Le passage à la 5G obligera les consommateurs à acheter un nouvel appareil compatible et à se débarrasser de leur appareil actuel, ce qui n'est pas cohérent avec la notion d'économie circulaire que la CLCV soutient. La création de nouveaux objets connectés contribue à l'épuisement des ressources non renouvelables.

Le déploiement de la 5G aurait dû être précédé de telles études alors que sont priorités le déploiement des antennes et la commercialisation des nouveaux smartphones.

De même, en ce qui concerne **l'impact sur la santé**, il existe un réel manque de données sur les bandes de fréquence utilisées pour la 5G. C'est pourquoi la CLCV souhaite une veille constante sur les impacts potentiels de la 5G sur la santé et notamment les effets à long terme encore peu connus.

Si la **pression constante** des professionnels envers les consommateurs crée ainsi de toutes pièces des besoins nouveaux qu'un **marketing** efficace rendra indispensables aux yeux du plus grand nombre, l'amélioration apportée par la 5G - augmentation du débit, densité de terminaux et diminution de la latence - ne porte pas un potentiel d'innovation significatif pour le consommateur contrairement au marché B2B.

Le consommateur risque de porter le poids de la culpabilité de l'accroissement de la consommation de données et ses conséquences environnementales.

Enfin, la lutte contre la fracture numérique semble reléguée au second plan, alors que les crises sanitaires rendent cette fracture encore difficilement acceptable. La 5G semblerait même contribuer à aggraver localement la situation.

**La CLCV demande un retour au principe de sobriété par une étude des moyens adaptés à la réduction de la consommation énergétique et à l'économie circulaire** avec des règles de reprise des appareils non compatibles, dans un cadre d'objectifs chiffrés imposés aux opérateurs.

« Un numérique sobre et respectueux de l'environnement exige que tout le système économique et les modes de vie se transforment. » à service rendu équivalent ou supérieur. »

Le Conseil national du numérique, en tant que commission consultative indépendante chargée de conseiller le Gouvernement sur le numérique, est honoré d'avoir pu contribuer à la réflexion de l'ARCEP sur le numérique et l'environnement.

À la suite d'une **saisine** de la ministre de la Transition écologique et solidaire et du secrétaire d'État chargé du Numérique, le Conseil national du numérique, en partenariat avec le Haut Conseil pour le climat, a publié une **feuille de route sur l'environnement et le numérique** en juillet dernier<sup>89</sup>. Cette feuille de route contient **50 propositions**, co-construites avec plus d'une cinquantaine d'acteurs concernés et engagés pour un numérique plus sobre et soucieux de son impact écologique et un numérique au service de la transition écologique et solidaire, parmi lesquels l'Arcep. Cette feuille de route repose sur trois chantiers, qui font écho aux trois parties du rapport de l'Arcep « Penser - écouter - agir » :

Comme l'Arcep, le Conseil pense que les **données** jouent un rôle important dans la régulation, car elles permettent d'éclairer citoyens et régulateurs. Aussi, le Conseil a accompagné cette feuille de route d'un avis sur les données environnementales d'intérêt général<sup>90</sup> dans lequel il est proposé que les données environnementales soient considérées comme des données d'intérêt général et constituent ainsi une brique de la transition écologique et solidaire.

Le Gouvernement devrait publier, d'ici la fin de l'année, une stratégie interministérielle sur le numérique et l'environnement<sup>90</sup>. Une action de l'Union européenne est également espérée, les transitions numérique et écologique étant parmi les principales priorités de la Commission. **Un numérique sobre et respectueux de l'environnement exige que tout le système économique et les modes de vie se transforment.**

→ Chantier 1 : un **numérique sobre** qui nécessite d'adopter le concept de sobriété numérique comme principe d'action pour réduire l'empreinte environnementale du numérique, et d'ici à 2030, atteindre zéro émission nette de gaz à effet de serre sans compensation et 100 % de biens et services numériques éco-conçus ;

→ Chantier 2 : un **numérique au service de la transition écologique et solidaire** pour donner un sens au numérique pour le mettre au service des objectifs de développement durable et, d'ici à 2040, réduire de manière substantielle les émissions de gaz à effet de serre grâce au numérique et réconcilier high-tech et low-tech autour de grands objectifs de la transition écologique et solidaire ;

→ Chantier 3 : les outils et leviers pour un **numérique responsable** qui visent à mettre en œuvre un numérique responsable au service des objectifs de développement durable, et d'ici 2022, créer une boîte à outils d'actions transversales pour parvenir à la convergence des transitions écologique et numérique.

89. Conseil national du numérique, *Feuille de route sur l'environnement et le numérique - 50 mesures pour un agenda national et européen sur un numérique responsable c'est-à-dire sobre et au service de la transition écologique et solidaire et des objectifs de développement durable*, Rapport remis à la ministre de la Transition écologique et solidaire et au secrétaire d'État chargé du Numérique, juillet 2020. [https://cnumerique.fr/environnement\\_numerique](https://cnumerique.fr/environnement_numerique).

90. Conseil national du numérique, *Faire des données environnementales des données d'intérêt général, avis remis à la ministre de la Transition écologique et solidaire et au secrétaire d'État chargé du Numérique*, juillet 2020. [https://cnumerique.fr/environnement\\_numerique](https://cnumerique.fr/environnement_numerique).

91. Annoncée en octobre dernier par Barbara Pompili, ministre de la Transition écologique, Bruno Le Maire, ministre de l'Économie, des Finances et de la Relance, et Cédric O, secrétaire d'État chargé de la Transition numérique et des Communications électroniques, à l'occasion du colloque intitulé « Numérique & Environnement : faisons converger les transitions », cette stratégie interministérielle devrait comprendre trois axes d'intervention développer la connaissance de l'empreinte environnementale numérique, réduire l'empreinte environnementale du numérique, et faire du numérique un levier de la transition écologique. Plus d'informations sur le colloque numérique et environnement : faisons converger les transitions du 8 octobre 2020. <https://www.ecologie.gouv.fr/colloque-numerique-et-environnement-faisons-converger-transitions>.

# COMMON

COOPÉRATIVE POUR L'ÉLECTRONIQUE RESPONSABLE

« Les efforts d'innovation dans les années à venir devraient être axés vers le low-tech, l'open source et l'open hardware. »

Notre coopérative (SCIC) a pour objectif de **limiter l'ensemble des mécanismes d'obsolescence**. Pour ce faire, d'une part, nous choisissons des terminaux éco-conçus tel que le Fairphone et d'autre part, nous adoptons un modèle d'économie d'usage sans vente possible. Ainsi, nous restons maîtres de nos terminaux le plus longtemps possible et avons un intérêt économique à ce qu'ils durent dans le temps. Nous essayons dès que l'occasion se présente de porter un plaidoyer d'intérêt collectif. Nos interventions se basent en général sur plusieurs axes :

## 1) Questionner les besoins :

Questionner la nécessité de chaque innovation au vu de l'urgence climatique dans laquelle nous sommes est essentiel ! Pour rappel : nous sommes sur une trajectoire de +7°C à l'horizon 2100 et des pénuries ou des pics de production sur bon nombre de ressources non renouvelables sont à craindre dans les prochaines décennies<sup>92,93,94</sup>. Il faudra donc questionner chaque "nouvel" usage de la 5G et plus globalement du numérique par cette question fondamentale : avons-nous besoin de cette technologie ? Nous devons nous **focaliser** uniquement sur **les usages du numérique essentiels** : ceux qui nous permettent un **gain de résilience**.

Avons-nous besoin :

- De caméra de surveillance intelligente<sup>95</sup> ? NON.
- De pouvoir dormir au volant d'une voiture autonome ? NON.
- D'avoir des drones capables d'opérer au-delà de la ligne de mire visuelle<sup>96</sup> ? NON.
- De conserver un moyen d'accéder de façon horizontale à l'information ? OUI.
- De relier les personnes entre elles par des outils de communication sobres ? OUI.

## 2) Penser la sobriété :

Quelles que soient les trajectoires de réduction des émissions de CO2 choisies, notre société va devoir **apprendre à faire moins avec moins de ressources**<sup>97</sup>. Ainsi, imposer aux opérateurs le déploiement de la 5G en basant les prix d'enchères sur l'augmentation du trafic à venir ; et amorcer une concertation pour un "numérique soutenable" est pour le moins schizophrénique. A contrario, **les efforts d'innovation dans les années à venir devraient être axés vers le low-tech, l'open source et l'open hardware**, afin de mettre en œuvre une infrastructure réseau et des terminaux **résilients décentralisés et sobres**.

Aussi, nous pouvons nous interroger sur la pertinence d'avoir plusieurs infrastructures réseaux différentes en parallèle. Un seul opérateur public ou sous statut de SCIC serait garant de l'intérêt collectif et permettrait une mutualisation des ressources.

## 3) Remettre l'intérêt public au centre :

Pour être à la hauteur du slogan de l'ARCEP, le développement des réseaux devrait pouvoir se faire en respectant l'ensemble des Communs (ressources, biosphère...). Aussi, la gestion d'un **bien commun** devrait se faire de façon **démocratique**. Or, le moratoire sur la 5G proposé par la CCC a été enterré par le gouvernement, ceci discrédite complètement l'approche "démocratique" de ce processus de concertation.

## 4) Rompre avec les stratégies de "sensibilisation du consommateur" :

Au regard des échanges, il immergera très certainement de ces travaux de nouvelles mesures focalisées sur la "sensibilisation" du consommateur. Ce dernier est désigné responsable directement ou indirectement par les politiques environnementales depuis bon nombre d'années. Cette **inversion des responsabilités** empêche de prendre des mesures réellement **structurantes** en phase avec les enjeux auxquels nous sommes confrontés. L'indice de réparabilité en est une nouvelle démonstration de ce biais. Penser qu'il suffit d'une information claire pour modifier la demande et ainsi influencer (rapidement) les méthodes de production est illusoire. **Une réglementation drastique de la publicité** sur les produits numériques, **l'extension de garantie constructeur à 5 ans** des produits électroniques, ou encore **la normalisation des pièces détachées** en vue de leur **interopérabilité / rétrocompatibilité** : voilà des exemples de mesures responsables.

92. <https://www.lemonde.fr/blog/petrole/2019/02/04/pic-petrolier-probable-dici-a-2025-selon-lagence-internationale-de-lenergie/>

93. <https://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/2018/02/21/32001-20180221ARTFIG00227-redoutant-une-penurie-de-cobalt-apple-veut-traiter-en-direct-avec-les-mineurs.php>

94. [https://www.liberation.fr/france/2019/09/17/7-c-en-2100-coup-de-chaud-sur-le-rechauffement\\_1751963](https://www.liberation.fr/france/2019/09/17/7-c-en-2100-coup-de-chaud-sur-le-rechauffement_1751963)

95. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-10-17-gartner-predicts-outdoor-surveillance-cameras-will-be>

96. <https://droneii.com/drones-and-5g-improving-drone-connectivity>

97. <https://www.bl-evolution.com/publication/comment-saligner-sur-une-trajectoire-compatible-avec-les-15c/>

# VINCENT COURBOULAY

ENSEIGNANT-CHERCHEUR À L'UNIVERSITÉ DE LA ROCHELLE

« Nous entrons maintenant dans une ère d'actions, une période où les invocations ne suffisent plus aux citoyens, aux décideurs comme aux entrepreneurs. »

## La mesure, préalable à l'action

Je ne reviendrai pas sur les impacts sociaux ou environnementaux du numérique. Je ne reviendrai pas sur l'intérêt de déployer une société digitale. D'autres l'ont fait avant moi et il faudrait plus que cette contribution pour les résumer. So what ? **Nous entrons maintenant dans une ère d'actions, une période où les invocations ne suffisent plus aux citoyens, aux décideurs comme aux entrepreneurs.** Je prône l'organisation institutionnelle d'une démarche volontaire permettant d'aboutir urgemment à la définition d'un cadre de pensée, de politiques et d'actions autour d'un numérique responsable. Une approche structurée basée sur une approche CMERC, à savoir Comprendre->Mesurer->Eviter->Réduire->Compenser. Après plus de 10 années d'efforts, nous avons enfin, par une action désintéressée comme celle menée par l'Institut du Numérique Responsable, réussi à faire comprendre pourquoi le numérique est un Pharmakon, un remède/poison tel que le décrivait Jacques Derrida ou Bernard Stiegler.

Passons désormais à la **mesure**. Car oui la mesure est un préalable à l'action, c'est en même le fondement. Je suis toujours surpris de voir que des personnes s'engagent sur la voie de la neutralité carbone sans connaître leur émission annuelle de gaz à effet de serre ou celle d'un déplacement d'un kilomètre en voiture thermique. Souvent, on se cache derrière le fameux « ça dépend de la voiture ». C'est évidemment vrai en théorie, mais cette recherche du chiffre exact inhibe l'action, d'autant plus qu'on sait que dans le numérique les marges d'erreurs sont très importantes. Passons donc outre cette recherche de perfection, qui ne correspond pas à grand-chose et représente parfois une justification à la renonciation en retardant l'engagement. Travaillons collectivement de façon scientifique et sérieuse à déterminer les grandes tendances et les valeurs moyennes.

Ce travail de consensus factuel et chiffré sur la mesure passe par **une organisation active** de l'enseignement supérieur et la recherche et par l'engagement de l'état et des acteurs comme l'ARCEP ou l'ADEME pour l'encadrer et la porter à un niveau européen en appui des forces sociétales et scientifiques. La France n'en sortira que grandi. Il faudra également, dès lors que ces données sur les impacts du numérique existeront, qu'elles soient absolument considérées comme **d'intérêt général** accessibles à tout un chacun. Ce prérequis est le seul susceptible d'encadrer, dans nos organisations, les étapes suivantes d'évitement et de réduction des impacts négatifs du numérique au profit quasi exclusif des effets de levier qu'il permet, sans trahir la **confiance** des utilisateurs ou masquer des transferts de pollution.

C'est un enjeu fort, sûrement le plus important de l'année qui s'annonce

# COVAGE<sup>98</sup>

« Covage a souhaité inscrire la démarche environnementale et responsable au cœur de ses activités, avec la prise de conscience que les acteurs du numérique ont un rôle majeur à jouer. »

Parce que la fibre est moins énergivore que le cuivre qu'elle remplace, chaque client qui bascule du réseau historique en cuivre sur nos réseaux participe à une économie d'énergie. La fibre permet aussi une meilleure mutualisation des infrastructures en raccordant les sites mobiles et les objets connectés des territoires intelligents.

Il y a un an, **Covage a souhaité inscrire la démarche environnementale et responsable au cœur de ses activités, avec la prise de conscience que les acteurs du numérique ont un rôle majeur à jouer.**

Aussi, afin que chacun puisse juger de l'impact de ses différentes pratiques et parce qu'il est important de savoir d'où l'on part, un **bilan** estimatif de nos émissions de CO2 sur l'année 2019 a été établi selon 4 axes (transports, déchets, consommation d'eau et d'énergie, déploiement) et fait l'objet d'un suivi trimestriel au sein d'un Comité de pilotage environnement.

## Quels sont les éléments suivis ?

→ La section transport identifie le CO2 émis selon la typologie de moyens de transport dans le cadre des activités de Covage. Deux indicateurs permettent aussi de suivre la part des personnes utilisant les transports en commun et les jours de télétravail.

→ La section déchets évalue notre consommation de papier, de gobelets jetables et enfin les chutes de câbles en fibre optique inutilisés dans le cadre des déploiements.

→ La section eau et énergie supervise notre consommation d'eau ainsi que notre facture énergétique pour nous chauffer, travailler et fournir le service à nos clients.

→ La section déploiement trace nos émissions liées au transport du matériel (câbles en fibre optique principalement) et aux activités de nos sous-traitants. Cette section a donc vocation à disparaître une fois nos réseaux déployés.

## Que retenir de ces chiffres ?

→ Le déploiement représente notre premier poste d'émissions de CO2 et émet 62% du total de nos émissions.

→ La fourniture du service à nos clients activés constitue le deuxième poste d'émission de Covage à travers la consommation électrique des équipements réseaux.

→ Les transports représentent le 3<sup>ème</sup> poste d'émission. La voiture reste le mode de transport le plus contributeur avec un peu plus de 2 tonnes de CO2 par an par collaborateur.

## Quelles sont les actions menées en 2020 ?

→ La réduction de nos principaux postes d'émissions : une plateforme interne de covoiturage, l'acquisition de véhicules hybrides, le traitement renforcé des déchets chantier.

→ Avant même la crise sanitaire, nos collaborateurs étaient éligibles à deux journées de télétravail par semaine et aux installations de visioconférence sur 21 sites répartis en France.

→ Le partage des bonnes pratiques : charte environnementale, sensibilisation au changement climatique avec la Fresque du Climat, initiatives locales par nos collaborateurs.

→ Le soutien à des initiatives solidaires avec le don de matériel informatique à des associations pour l'insertion des personnes réfugiées, le financement de projets en compensation de nos émissions carbone incompressibles, etc.

Covage se réjouit de la démarche initiée par l'ARCEP pour construire ensemble un numérique soutenable et salue l'innovation de sa plateforme participative, ouverte et riche de sa diversité.



# CRITEO<sup>99</sup>

« La réduction de l’empreinte environnementale des data centers passera davantage par la mise en place d’un certain nombre « d’incentives » qui permettront à tous les acteurs du numérique d’adopter des pratiques plus vertueuses. »

## Nos propositions pour réduire l’obsolescence logicielle :

L’obsolescence logicielle est souvent liée à une interaction étroite entre le software et le hardware. Par exemple, le BIOS et le firmware sont clefs dans la maintenance des serveurs au quotidien, avec deux types de limitations : 1) les verrous logiciels intentionnels (liés à la certification des composants), et ; 2) les verrous logiciels non-intentionnels (liés au décalage entre les capacités du firmware ou du BIOS et les capacités d’un composant plus récent).

**Pour nous, l’open source est une piste prioritaire pour pallier à l’obsolescence logicielle, et nous encourageons le législateur à considérer la mise en place d’un système de brevets logiciels qui tomberaient dans le domaine public au-delà d’une certaine durée, afin de devenir open source.**

→ **SOLUTION #1** : Nous préconisons une période de maintenabilité et d’évolutivité logicielle pendant 5 ans, à la suite de laquelle tous les composants logiciels devraient devenir open source.

→ **SOLUTION #2** : Pour lutter contre l’obsolescence logicielle en favorisant le secteur du réemploi, nous préconisons la reconnaissance d’un réseau agréé de réparateurs via un système de certification.

## Nos propositions pour réduire l’empreinte environnementale des data centers :

En tant que locataire et client final des fournisseurs de data centers, il nous semble important de souligner que la consommation énergétique des data centers ne représente qu’une petite partie de leur empreinte carbone totale. En effet, la majorité de l’empreinte carbone d’un data center est liée à la fabrication des serveurs informatiques qui le composent. Selon ITRenew (*The financial & sustainability case for circularity*, Ali Fenn & Florian Fesch, avril 2020) 77% de l’empreinte carbone d’un serveur informatique sont liés à la phase de fabrication même du serveur, aussi appelée phase pré-opérationnelle. 22% des émissions de CO2 proviennent de leur consommation électrique en phase opérationnelle (estimée à 3-4 ans) et seulement 1% des émissions de CO2 est généré post-usage.

Pour nous, **la réduction de l’empreinte environnementale des data centers passera davantage par la mise en place d’un certain nombre « d’incentives » qui permettront à tous les acteurs du numérique d’adopter des pratiques plus vertueuses :**

→ **SOLUTION #1** : La reconnaissance des data centers écologiquement vertueux via un système de certification responsable (à cette fin, nous vous adressons un PDF en pièce jointe listant les différents critères d’éco-responsabilité utilisés par Criteo au cours des appels d’offres pour les fournisseurs de data centers) ;

→ **SOLUTION #2** : La promotion par voie de réglementation des systèmes ouverts dits open source pour favoriser la réparabilité des équipements ;

→ **SOLUTION #3** : La mise en place d’incitations fiscales visant à une durée d’utilisation et d’amortissement rallongée pour les équipements informatiques (i.e. baisse ou disparition de la TVA dans le cadre d’une revente sur le marché du réemploi).

« La vidéo en ligne représenterait 1 % des émissions globales de gaz à effet de serre, soit l'équivalent d'un pays comme l'Espagne. »

De la production à la consommation de programmes audiovisuels ou radiophoniques, **l'impact environnemental du secteur audiovisuel** constitue un enjeu dont le Conseil supérieur de l'audiovisuel entend se saisir.

La durée d'écoute individuelle de la télévision est aujourd'hui de 3h30<sup>100</sup> par jour, alors que la radio est écoutée quotidiennement par 40,9 millions<sup>101</sup> de français. A ces usages qui témoignent de l'intérêt fort et renouvelé des Français pour les médias audiovisuels depuis le début de la crise sanitaire, vient s'ajouter la **croissance marquée de la consommation des contenus audiovisuels sur internet**. Le streaming vidéo représenterait 60 % du trafic global internet, une tendance soutenue par le développement des réseaux à très haut débit et la progression elle aussi continue des équipements connectés au sein des foyers : au 1<sup>er</sup> semestre 2020, 86 % des foyers étaient équipés d'un ordinateur et 77 % des 11 ans et plus étaient équipés d'un smartphone. Sur l'année 2020, les Français regardaient en moyenne environ 6,6 heures de vidéo en ligne par semaine, soit +8,1% par rapport à 2019<sup>102</sup>.

A cet égard, **la vidéo en ligne représenterait 1 % des émissions globales de gaz à effet de serre, soit l'équivalent d'un pays comme l'Espagne** avec 300 millions de tonnes de CO2 émis chaque année, et ce alors que la consommation énergétique du numérique croît annuellement de 9 %<sup>103</sup>.

Cet engagement ne peut que s'accélérer et plusieurs leviers d'action ont d'ores et déjà été identifiés avec l'ambition d'agir, d'une part, en concertation avec l'ensemble des parties prenantes du secteur et, d'autre part, auprès des consommateurs, les réseaux audiovisuels constituant un formidable outil de diffusion de l'information et de sensibilisation des citoyens.

Des travaux ont également été engagés dans le cadre du Pôle numérique Arcep-CSA, lieu d'échanges et d'actions entre les deux institutions. Avec le soutien de l'ADEME, l'Autorité et le Conseil portent ce double objectif de contribution à la réflexion sur l'impact environnemental du secteur audiovisuel, notamment dans ses composantes de diffusion et de distribution des contenus, et de participation à la **sensibilisation du grand public**. Par ailleurs, le pôle commun publiera bientôt un référentiel des usages du numériques, qui contribuera à **une meilleure connaissance des usages et de leurs impacts**.

Ces projets sont les premiers pas d'un programme de travail qui s'enrichira d'année en année.

100. Mediametrie l'année TV 2019 Les nouveaux défis d'un média innovant, 2020.

101. Enquête Médiamétrie 126 000 Radio - L'Audience de la Radio en France en Septembre - Octobre 2020.

102. Rapport «State of Online Video 2020» Limelight Networks, 2020.

103. Rapport « Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne », estimation du Shift Project, groupe de recherche français, 2019.

# DIGITAL GREEN

« Une partie des problématiques numériques est liée à des enjeux de design et plus précisément d'écoconception. »

L'impact du numérique fait débat même entre les différents acteurs du Green IT.

Cependant, la lutte reste la même que ce soit la pollution matérielle ou l'efficacité énergétique. **Une partie des problématiques numériques est liée à des enjeux de design et plus précisément d'écoconception.**

Si aujourd'hui la plupart des mesures liées à la transition écologique du numérique se concentrent sur les infrastructures et terminaux, il est essentiel de prendre en compte les **différents usages** pour amorcer la réduction de l'ensemble de l'écosystème et cela inclut les phases d'utilisations et de transfert de données sur nos appareils.

En tant que designer de services et contenus digitaux, il est nécessaire de réaliser l'impact environnemental et social de notre production virtuelle. Cela englobe d'une part **l'aspect graphique du numérique**, qui pour chaque retranscription visuelle d'interface nécessite des milliers de **lignes de code** ainsi qu'une multitude d'échanges entre infrastructures et terminaux.

Cette pratique engendre des transferts de données de plus en plus énergivore et pousse nos appareils à surperformer pour afficher du contenu parfois superficiel et surtout optimisable.

D'autre part, au-delà des problématiques d'interfaces, il est également nécessaire d'inclure dans la réflexion, les scénarios d'usage des outils numériques, les parcours d'accès à l'information, la qualité des contenus proposés ou bien la récolte des données.

C'est donc la nature même des produits numériques qui est à interroger autant dans un objectif d'efficacité énergétique lors de la navigation mais aussi pour retrouver la **confiance** des utilisateurs et définir une **souveraineté** numérique plus responsable.

Avec l'émergence des réseaux 5G et de l'IoT (Objets connectés) le nombre de données hébergées et transférées connaîtra une croissance significative.

C'est dès maintenant que nous devons penser à l'avenir énergétique d'internet, en responsabilisant les créateurs de contenus et d'interfaces ainsi que les développeurs de sites et applications, sur l'impact de leurs projets pour agir à leur échelle, en faveur d'un numérique moins polluant, plus inclusif et souhaitable.

# ERICSSON

« Il serait pour le moins étrange de refuser l'innovation technologique parce qu'il y aurait des incertitudes sur certaines conséquences indirectes possibles. (...) L'évitement par l'immobilisme n'est pas plus une solution que la marche en avant en ignorant ces risques. »

Ericsson tient à remercier l'ARCEP pour le lancement de sa plateforme de travail « Pour un numérique soutenable ». Elle contribue, à notre sens, grandement à enrichir le débat et à nous éclairer collectivement sur ces enjeux et les moyens d'agir. 4 dimensions nous semblent être particulièrement structurantes pour ces échanges, et mériteront sans doute d'être encore approfondies dans les débats à venir.

D'abord, sans doute celle de **l'impact énergétique global du numérique**. En effet, avant d'imaginer les recommandations et les solutions à mettre en place, il convient de poser plus clairement le constat sur l'impact actuel du numérique sur l'environnement. Il faut bien reconnaître que les divergences peuvent ici être assez fortes. Nos études montrent, en effet, que l'impact carbone du numérique est stable depuis une dizaine d'années alors que d'autres sources indiquent qu'il croît de 8-9% par an. Sans une plus grande convergence là-dessus, toute action est donc par nature compliquée.

Ayant dit cela, nous ne nions pas l'importance de l'enjeu, ni l'urgence d'agir, mais encore faut-il agir efficacement et cela nous amène à la deuxième dimension qui porte plus spécifiquement sur **l'impact environnemental de différents usages ou encore des différentes technologies**. Ces aspects sont également ardues parce que les impacts respectifs sont souvent complexes à analyser : l'évaluation de l'impact du streaming sur la consommation n'est pas immédiate puisque l'essentiel de l'énergie consommée par les réseaux est fixe et ne dépend pas du trafic. Le réseau mobile consomme moins par abonné mais le fixe est plus efficace par bit de données transmis ; le WiFi est souvent vu comme une solution intéressante mais la borne WiFi est rarement éteinte la nuit (et plus on y connecte des objets du domicile, comme le chauffage et la surveillance, et moins on aura envie de l'éteindre, même pendant la nuit ou des absences ...). Le réseau mobile permet des usages en mobilité, devenues parties prenantes de notre vie quotidienne et offre une couverture à moindre coût dans des zones rurales ou éloignées.

Nous devons aussi réfléchir à la manière de **déployer les réseaux 5G** tout en n'augmentant pas la consommation des réseaux, et même **en réduisant l'impact carbone de ces réseaux**, c'est aussi un engagement pris de plus en plus largement par les différents acteurs de l'écosystème. Cela passe évidemment d'abord par une technologie 5G qui est dix fois plus efficace que la 4G, mais aussi par une réflexion plus large sur l'architecture des réseaux, la mise en œuvre de nouvelles fonctions de mise en mode veille et de limitation de la consommation, ou encore en mettant l'intelligence artificielle au service de la gestion des réseaux.

La dernière dimension porte sur **les effets bénéfiques de la 5G pour d'autres secteurs** mais également les effets rebonds du déploiement de la 5G. Nous pensons que les gains associés à la 5G sont nombreux, mais il est aussi clair que certains gains d'efficacité de la 5G peuvent générer le développement de nouveaux usages, dont l'impact irait au-delà du bénéfice obtenu avec la 5G. Dans ce contexte, nous pensons qu'il serait pour le moins étrange de refuser l'innovation technologique parce qu'il y aurait des incertitudes sur certaines conséquences indirectes possibles. Et là-dessus, nous souhaitons être clairs, l'évitement par l'immobilisme n'est pas plus une solution que la marche en avant en ignorant ces risques. La solution ne peut être que d'avancer, considérer la 5G comme un outil qui doit servir au mieux nos besoins, estimer les effets rebonds possibles et de manière itérative imaginer les actions pour les éliminer ou les limiter.

# FACEBOOK

« On peut affirmer que la technologie joue un rôle positif pour rendre le monde plus vert, notamment par l'éducation des utilisateurs, à travers des initiatives comme le Centre d'Information sur le Climat de Facebook, les progrès de l'IA pour optimiser la consommation d'énergie, mais aussi en limitant simplement la nécessité de se déplacer grâce aux solutions de télétravail. »

Selon l'Agence internationale de l'énergie<sup>104</sup>, les technologies numériques représentent aujourd'hui environ 1,5 % des émissions de carbone dans le monde.

Chez Facebook, nous nous efforçons de **minimiser notre empreinte écologique**, de garantir des conditions de travail sûres, saines et équitables aux travailleurs de notre chaîne d'approvisionnement, et de nous associer à d'autres pour élaborer et partager des **solutions de lutte contre le changement climatique**. Dès 2011, Facebook a été l'une des premières entreprises technologiques à s'engager à **utiliser une énergie 100% renouvelable** pour soutenir ses installations, un but que nous atteindrons d'ici fin 2020. Nous nous sommes également fixé un **objectif carbone "Net Zero"** pour l'ensemble de notre chaîne de valeur d'ici 2030.

Aujourd'hui, grâce aux progrès de la technologie, les centres de données du monde entier ne consomment qu'environ 1 % de l'électricité utilisée, alors même que le trafic Internet a triplé depuis 2015 et que les charges de travail des centres de données - une mesure de la demande de services - ont plus que doublé<sup>105</sup>.

En ce qui concerne les services en ligne, **les progrès réalisés ont été particulièrement remarquables** pour les vidéos et les messages. Chez Facebook, nous avons développé notre propre solution de compression vidéo et utilisons une technologie de bitrate adaptatif pour optimiser la résolution d'une vidéo en fonction de l'appareil et de la connexion de l'utilisateur. Nous réduisons automatiquement la qualité des vidéos en cas d'utilisation involontaire, et nous désactivons certaines fonctions lorsque l'appareil d'un utilisateur est peu chargé. Ces mesures contribuent à réduire la consommation de batterie et permettent par exemple à une fonctionnalité comme l'Autoplay d'être aujourd'hui très peu énergivore. Pour ce qui est des services de messagerie, la dernière version de Messenger, par exemple, est deux fois plus rapide à démarrer et fait un quart de la taille de son prédécesseur, utilisant ainsi moins d'énergie et d'espace de stockage.

Lors des ateliers de l'ARCEP, il a été rappelé que la principale empreinte écologique des services numériques est en fait liée à la production et à la distribution des terminaux mais pas à leur utilisation ni à l'exploitation de réseaux pour fournir des services<sup>106</sup>.

Les initiatives visant à mettre en place des services numériques durables devraient donc se concentrer avant tout sur ces défis, où se trouvent les plus grandes possibilités de réduction de l'empreinte carbone. Le public devrait ainsi être mieux informé de l'empreinte du cycle de vie des produits qu'il achète.

**En réalité, on peut affirmer que la technologie joue un rôle positif pour rendre le monde plus vert, notamment par l'éducation des utilisateurs, à travers des initiatives comme le Centre d'Information sur le Climat de Facebook, les progrès de l'IA pour optimiser la consommation d'énergie, mais aussi en limitant simplement la nécessité de se déplacer grâce aux solutions de télétravail.** Comme l'a déclaré le Commissaire européen au Marché intérieur Thierry Breton : « l'amélioration de la connectivité à haut débit [...] nous permettra de connecter plus d'objets et de traiter plus de données pour mieux comprendre notre consommation d'énergie et réduire de 15 % les émissions dans d'autres secteurs ».

## Conclusion et recommandations :

→ La meilleure façon de limiter l'empreinte carbone des services numériques est de se concentrer sur **la principale source de pollution** : la production et le recyclage des terminaux.

→ Il n'y a pas de lien direct entre la limitation des volumes de données et le développement de services numériques plus durables.

→ Au contraire, les services numériques font partie intégrante de **la stratégie de l'UE** visant à réduire l'empreinte carbone globale.

104. 105. George Kamiya, AIE, "The Carbon footprint of streaming videos: fact-checking the headlines", 25 mars 2020. <https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>

106. Comme explicité dans cette déclaration de M. Cédric O, secrétaire d'État à la transition numérique et aux communications électroniques, sur la transformation numérique et les questions environnementales, le 8 octobre 2020 : "On se concentre souvent sur la consommation de bande passante et ses externalités énergétiques. C'est oublier que 80% de l'empreinte environnementale du numérique est due au renouvellement incessant des appareils et de leur impact sur les terres et les métaux rares, mais à la pollution qu'ils engendrent" <https://www.vie-publique.fr/discours/276627-cdric-o-08102020-economie-numerique>

# FAMILLES RURALES <sup>107</sup>

« Un numérique soutenable est d'abord un numérique inclusif, nous attendons de l'Etat et des pouvoirs publics de respecter leur engagement d'offrir à chacun l'accès à un débit minimum de 8 mégas comme promis dans le cadre du plan haut et très haut débit. »

La crise sanitaire a révélé combien le numérique était aujourd'hui au cœur de nos usages, de notre système d'éducation, du monde du travail, mais aussi au service du lien social. Elle a également mis en lumière l'ampleur de la **fracture numérique** et les **inégalités** qu'elle induit.

Alors que de nombreux **territoires ruraux** ne disposent pas d'un haut débit efficace et ne sont toujours pas éligibles à la fibre, la 5G se déploie, vantant des débits décuplés et qui seraient déjà disponibles.

Les réseaux, les contenus, les usages, la consommation sont appelés à se développer. L'ensemble des acteurs et intervenants de la filière numérique portent donc une responsabilité majeure pour proposer une offre numérique soutenable, respectueuse des personnes, de l'environnement et à même de répondre aux besoins d'une société moderne.

Dans ce contexte, Familles Rurales alerte et appelle chacun des acteurs de la filière à faire preuve de responsabilité :

**Parce qu'un numérique soutenable est d'abord un numérique inclusif, nous attendons de l'Etat et des pouvoirs publics de respecter leur engagement d'offrir à chacun l'accès à un débit minimum de 8 mégas comme promis dans le cadre du plan haut et très haut débit.** La crise sanitaire n'a que trop mis en lumière l'absence d'un ADSL de qualité, privant les familles de télétravail, d'école à distance ou encore de la possibilité de faire leurs courses en ligne pendant le confinement.

Cette situation découle de la liberté laissée aux opérateurs de fixer de 128kbits à 512kbits, pour le mieux disant, le seuil minimal du haut de débit.

## Familles Rurales demande aux pouvoirs publics :

- De poser une **définition législative** ou réglementaire du haut débit fixe de 8 mégas minimum,
- D'instaurer un **indice score carbone** permettant au consommateur de prendre conscience de son empreinte écologique,
- D'engager un **plan d'éducation à la sobriété numérique** et à la régulation des usages qui serait confié aux associations agréées de défense des consommateurs.

Les opérateurs doivent impérativement adopter des démarches et pratiques commerciales loyales et responsables, cohérentes avec leurs engagements RSE.

Le déploiement de la 5G n'en est qu'à ses débuts et plusieurs années seront nécessaires pour offrir ce service au plus grand nombre. Or, les publicités invitant les consommateurs à souscrire de nouvelles offres et à remplacer leurs terminaux se multiplient déjà, au risque de les tromper.

Dans ce contexte, la transparence et la loyauté de l'information sur l'effectivité de la couverture nous paraissent des conditions nécessaires pour éviter d'induire en erreur les consommateurs et les guider dans leur choix pour être les acteurs d'un numérique soutenable.

## Familles Rurales demande aux opérateurs et aux constructeurs :

- **D'informer** les consommateurs sur la couverture effective basée sur des données objectives faisant état des débits constatés,
- De mettre en œuvre toute mesure pour allonger radicalement la **durée de vie** des équipements,
- D'assurer la **retrocompatibilité** des divers équipements et standards,
- De **financer** le plan d'éducation dédié à la sobriété numérique et à la régulation des usages.

Les éditeurs et producteurs de contenus, les publicitaires, portent également une responsabilité importante dans l'impact environnemental du numérique.

## Familles Rurales demande aux éditeurs et producteurs de contenus :

- Qu'ils utilisent des technologies, des pratiques de **stockage**, orientés vers la sobriété,
- Qu'ils **informent** les utilisateurs en appliquant aux contenus l'indice score carbone,
- Qu'ils participent par le reversement d'une taxe numérique soutenable aux financements des actions de sensibilisation et d'éducation à la sobriété numérique.



# FABRICE FLIPO

PHILOSOPHE, ENSEIGNANT À IMT-BS ET CHERCHEUR AU LCSP UNIVERSITÉ DE PARIS.

« L'urgence est donc à la sobriété en données. (...) L'idée d'une taxe carbone aux frontières a été évoquée : pourquoi pas une taxe sur les données ? »

## L'impératif de la sobriété numérique

La **neutralité carbone** doit être atteinte dans 30 ans (2050). Les jeunes de 20 ans auront alors 50 ans. Il est désormais largement reconnu que le numérique est sur la mauvaise trajectoire : c'est le secteur dont la croissance des émissions est la plus rapide. Jusqu'ici le pari a été fait que les progrès phénoménaux de l'efficacité énergétique compenseraient **l'explosion de consommation de données** – laquelle entraîne tout le reste, terminaux, réseaux, centres de données etc. Il s'avère encore une fois que celle-ci progresse encore plus vite.

**L'urgence est donc à la sobriété en données.** Pourtant, **l'agenda de l'économie numérique** est à l'opposé : partout, il n'est question que du « nouvel or noir » que constituent ces données, qu'il s'agirait de produire en quantités toujours plus importantes (voiture autonome, 5G, 8K etc.). L'enjeu est plutôt que ces gisements doivent rester sous terre, à l'instar des ressources fossiles. Et que les usages les plus voraces ne voient pas le jour. Cela pose évidemment un problème économique majeur, similaire au désinvestissement dans les fossiles. C'est pourtant à ce niveau que se situent les enjeux de la sobriété numérique. Celle-ci est en effet trop facilement confondue avec des mesures « win-win », à la fois économes sur le plan financier et sur le plan énergétique. Pourtant, ces gains financiers ne font généralement qu'ouvrir la voie à « l'effet rebond » : des marges de manœuvre utilisées pour consommer plus et non moins. L'empreinte écologique s'en trouve déplacée, et non réduite. Que les usages les plus voraces ne voient pas le jour pose également des problèmes de souveraineté, qui ne sont pas insolubles.

**L'idée d'une taxe carbone aux frontières a été évoquée : pourquoi pas une taxe sur les données ?** Ainsi les téléphones 5G devraient-ils être lourdement taxés, à l'inverse des Nokia 2G ; idem des OS inutilement lourds ou comportant des options destinées à faire consommer plus ; ou encore des (jeux) vidéos montant sans cesse en résolution. Une telle **législation** ouvrirait peut-être la voie aux projets les plus sobres en données – tels que ceux qui n'utilisent pas du tout de données numériques. Nos travaux suggèrent en outre l'importance de faire évoluer les architectures de choix.

Sous prétexte de liberté, les consommateurs désinformés et atomisés sont livrés aux puissantes forces de séduction des **promoteurs de produits et de services**, dont les techniques sont bien rodées. Un certain équilibre devrait être rétabli. Nous proposons par exemple que les produits ou services commercialisés à grande échelle, tels qu'un smartphone 5G et 8K, fassent l'objet préalable d'un **scénario prospectif** rendu public : que les metteurs sur le marché démontrent en quoi leur stratégie de vente rend le monde meilleur, devant un panel informé de citoyens ou d'ONG, en toute transparence.

# FRANCE URBAINE

« Portant les transitions numériques et environnementales, les grandes villes et métropoles disposent d'une voix forte en matière de numérique responsable et durable »

2020 aura produit un leitmotiv : « *la **crise sanitaire** a dévoilé de manière considérable les usages auxquels le numérique conduit* ». Relations aux usagers, maintien et continuité des services publics, santé, éducation, circuits-courts, soutien et visibilité aux commerces locaux : le numérique n'aura jamais été autant sollicité. S'il ne cesse pourtant depuis plusieurs années d'irriguer notre quotidien, l'actualité démontre que le numérique est bien devenue une composante – quasi – essentielle de notre société.

Parmi ses attributs, le numérique dispose d'une forte considération environnementale, en lien avec l'explosion des usages numériques, la prolifération des équipements numériques et la profusion des données. En la matière, de vastes champs de réflexions s'ouvrent pour définir collectivement les ressorts d'un numérique durable. Dans cette définition, les territoires urbains disposent d'une voix forte, légitime par les compétences et les responsabilités qui sont les leurs, mais également par l'ensemble des usages et services numériques existants. Cet axe figure en bonne place des feuilles de routes des exécutifs locaux, preuve en est du volontarisme et du portage politique des grandes villes et métropoles.

Cette séquence de réflexions coïncide par ailleurs avec une séquence institutionnelle forte d'un processus de « **territorialisation** », dans la mise en œuvre du plan de relance, et plus largement dans l'affirmation des politiques publiques. A terme, la mise en place d'une gouvernance locale du numérique permettra une pénétration plus efficace et équitable du numérique dans les territoires, laquelle fédèrera, outre la voix des collectivités territoriales, celles de l'Etat, de l'Europe, des entreprises locales, des représentants de la société civile... Outil d'aide à la décision, elle sera bénéfique pour impulser des priorités d'action et identifier les axes possibles de financement, tandis que l'alliance des territoires et la coopération interterritoriale pourront s'exprimer à travers les politiques publiques numériques. Surtout, les mesures et les initiatives en matière de numérique responsable et durable pourront s'intégrer aux objectifs de développement durable (ODD) et différents plans et schémas écologiques mis en place par les institutions locales.

Dans l'application combinée d'une **culture**, d'une **éthique** et d'une **souveraineté numérique**, les collectivités locales auront un rôle structurant à faire valoir, qui plus est en matière de numérique durable et des champs d'actions qui pourront être investis : sensibilisation et adoptions de gestes écoresponsables dans la perspective d'une montée en compétence d'une **société civile du numérique**, frugalité des usages, consommation énergétique du numérique en lien avec le stockage des données, impulsion des politiques de reconditionnement et de recyclage des terminaux mobiles et équipements informatiques, introduction de conditionnalités environnementales en matière d'achats et de marchés publics... La liste est longue et les initiatives nombreuses, mais déjà point l'urgence de rendre rapidement et collectivement opérationnelle la montée en gammes du numérique écoresponsable.

# FFTÉLÉCOMS

FÉDÉRATION FRANÇAISE DES TÉLÉCOMS

« L'essentiel de la croissance des émissions de GES du secteur numérique provient d'émissions importées par les équipements connectés (en premier lieu les équipements à larges écrans tels que les TV, ordinateurs, etc.) et les datacenters. »

« L'essentiel de la croissance des émissions de GES du secteur numérique provient d'émissions importées par les équipements connectés (en premier lieu les équipements à larges écrans tels que les TV, ordinateurs, etc.) et les datacenters. »

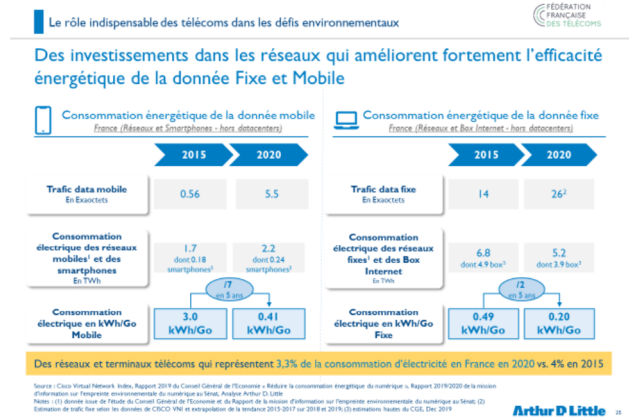
Par cette contribution, la Fédération française des télécoms tient à **objectiver** le débat sur les effets secondaires environnementaux de la transition numérique, questionnement renforcé par la crise COVID et les débats sur la 5G. Il n'y a pas à ce jour de méthodologie éprouvée et partagée et donc de chiffres de référence pour évaluer l'impact des usages et l'évaluation des effets de transfert potentiel des impacts carbone d'un usage physique à un usage numérique

Résorber le manque d'éléments chiffrés et de méthodologie d'évaluation scientifiquement élaborée pour les obtenir, doit être un des **objectifs prioritaires des pouvoirs publics**, car avant toute action nouvelle de réglementation et de régulation pour contrôler l'impact du numérique encore faut-il pouvoir le mesurer avec rigueur et objectivité.

La FFTélécoms, en faisant de la problématique de l'impact environnemental du numérique - et des télécoms en particulier - le cœur de son étude économique 2020, a souhaité apporter des éléments chiffrés inédits, détaillés ci-après, démontrant que les télécoms sont un secteur clé pour faire face aux enjeux environnementaux<sup>108</sup>.

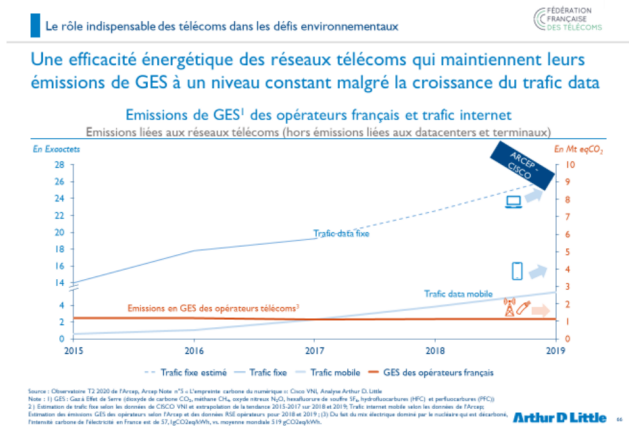
**1/ Le secteur des télécoms a réalisé les efforts les plus conséquents pour maîtriser son empreinte environnementale:**

→ en termes d'efficacité énergétique



→ en termes d'émission de gaz à effet de serre

Les réseaux télécoms ne représentent que 0,4% des émissions de GES totales en France.



108. L'étude du cabinet de conseil Arthur. D. Little sera présentée lors des vœux/conférence de presse de la FFTélécoms le 15 décembre.



# FRANCE VILLE DURABLE

« Considérer l'ACV des solutions numériques pour la résilience territoriale et urbaine, qui est une approche multicritères normalisée (ISO 14040 et 14044) du cycle de vie d'un produit, permet d'avoir une meilleure vision de la pertinence réelle de leur utilisation et surtout de leur impact »

Le numérique est incontestablement un outil mobilisable au service de la ville durable : meilleure gestion des données pour l'action, renforcement des approches systémiques, mobilisation plus large des parties prenantes, etc.

Mais il est souvent et de plus en plus présenté comme LA solution unique et évidente vers laquelle devraient s'orienter tous les systèmes urbains, indépendamment de ses impacts sur la mobilisation de ressources supplémentaires (énergétiques notamment), de sa dépendance aux matériaux et terres rares dont l'extraction est néfaste aux écosystèmes et qui sont possédés par d'autres pays (la Chine en particulier), et qui créent de **nouvelles vulnérabilités** massives en terme de résilience face à des aléas naturels ou malveillants qui entraîneront des ruptures d'approvisionnement électrique notamment.

Le numérique permet dématérialisation, transfert de données et analyses. C'est un outil clé dans **l'anticipation des phénomènes** et un enjeu majeur de notre monde actuel. L'utilisation des données, l'amélioration et l'optimisation des infrastructures et la fluidification des processus propres au fonctionnement d'une ville permettent de la rendre plus résiliente.

Cependant, il présente aussi des risques majeurs liés par exemple à **la sécurité informatique** ou cyber sécurité, à son empreinte écologique, à la fracture numérique, et aux libertés publiques. Le numérique nécessite de l'énergie et des matériaux polluants et est aussi sensible à des événements de crises (inondations, coupures d'électricité...).

Pour évoquer l'impact du numérique sur les écosystèmes, il est à noter quelques chiffres :

→ En 2019, près de 4 % des émissions carbonées mondiales sont dues à la production et à l'utilisation du système numérique, soit déjà deux fois plus que le transport aérien civil et augmente de 8 % par an (The Shift Project)

→ Chaque année, 50 millions de tonnes de déchets d'équipements électriques et électroniques pas ou peu recyclables (DEEE) sont produits. Soit 5 000 tours Eiffel.

→ 70% de ces déchets sont exportés illégalement à l'étranger en particulier vers l'Afrique, l'Inde, le Pakistan et la Thaïlande.

**Les Terres Rares** : Utilisation des terres rares dans la création des outils numériques est un **enjeu géopolitique** majeur. Aujourd'hui, les stocks de terres rares mondiaux sont à 30% localisés en Chine bien que cette dernière fournisse 90% des besoins de l'industrie. La filière du recyclage électronique est complexe et encore aux balbutiements, les déchets électroniques nécessitent de nouvelles techniques de recyclage qui sont étudiées. La rareté de ces minerais n'est pas due à des stocks restreints mais à sa dispersion dans les sols qui oblige une extraction spécifique et volumineuse.

Cette production engendre une **délocalisation de la pollution** liée à la chaîne industrielle numérique pour le moment mais pourrions-nous assurer une souveraineté /autonomie vis-à-vis de ces matières premières dans le futur. La croissance démentielle de la demande (+2500% par an pour le néodyme notamment, faisant partie des 17 métaux rares) a pour résultante l'envol des prix.

L'impact écologique immédiat et diffus de ce mode d'extraction doit faire partie intégrante de la réflexion autour de la stratégie numérique.

## ACV du numérique :

**Considérer l'ACV des solutions numériques pour la résilience territoriale et urbaine, qui est une approche multicritères normalisée (ISO 14040 et 14044) du cycle de vie d'un produit, permet d'avoir une meilleure vision de la pertinence réelle de leur utilisation et surtout de leur impact environnemental global.** Les ACV même approximatifs sont utiles, ils permettent d'impliquer les consommateurs et aussi les producteurs. Ils permettent surtout dans le cas des villes de comparer d'un point de vue environnemental deux systèmes aux mêmes fonctions.

La dynamique du « toujours plus » de numérique est **contreproductive** au regard des enjeux de transition et de résilience : les gains toujours promis en matière d'efficacité énergétique sont systématiquement gommés par le développement de nouvelles applications nécessitant plus de ressources, ou par exemple avec le doublement de la taille des écrans et de la multiplication des objets connectés.



# GIMELEC<sup>109</sup>

GRUPEMENT DES ENTREPRISES DE LA FILIÈRE ÉLECTRONUMÉRIQUE EN FRANCE

« Entre 2010 et 2018, la consommation mondiale des data centers n'a augmenté que de 6% alors même que le nombre de serveurs a lui augmenté de 550% dans le même laps de temps, soit une amélioration annuelle de l'intensité énergétique de 20%. »

Le développement du numérique constitue une formidable opportunité économique pour la France.

**Favoriser l'accueil de data centers sur le territoire** est l'une des clés de l'indépendance nationale en matière d'hébergement de données et de la **sécurité juridique** pour toutes les entreprises.

Le développement très dynamique du numérique ouvre de nouvelles possibilités mais engendre également de nouvelles responsabilités, notamment celle de réduire son impact sur l'environnement. Grâce à des efforts entamés il y a plus de 10 ans par la filière data centers, ce travail a produit des résultats confirmés récemment par la revue scientifique Science : **entre 2010 et 2018, la consommation mondiale des data centers n'a augmenté que de 6% alors même que le nombre de serveurs a lui augmenté de 550% dans le même laps de temps, soit une amélioration annuelle de l'intensité énergétique de 20%**<sup>110</sup>.

Cela n'exonère en rien le secteur de prolonger ses efforts. Depuis peu, le numérique fait l'objet d'une attention très forte de la part de nombreux acteurs que ce soit au niveau français comme européen avec un objectif : réduire son impact environnemental. Parce que l'attente est forte, il est à craindre que l'on confonde vitesse et précipitation en matière de régulation avec le risque d'avoir des réglementations manquant leur objectif environnemental tout en affaiblissant l'**indépendance numérique** de la France et de l'Europe.

La première condition du succès est de s'assurer que les décisions se construisent autour d'informations et **données fiables**. Force est de constater aujourd'hui qu'en matière de production technique et scientifique, la France et l'Europe restent pour l'instant à la remorque des Etats-Unis et de l'Asie. Rien n'est inéluctable et le GIMELEC est heureux d'observer une véritable prise de conscience sur ce point.

Une deuxième condition est que ces données soient **partagées** et discutées par l'ensemble des parties prenantes. Sur ce dernier point, l'initiative de l'ARCEP vient combler un manque : celui de proposer une plateforme contribuant à décroisser un débat jusqu'à présent « confiné » dans ces différentes composantes.

**Cybersécurité, souveraineté numérique, transition écologique** : la nature transversale du numérique impose d'adopter une vision holistique. A l'intersection de ces différents enjeux, les industriels du GIMELEC sont prêts à y contribuer.

109. Le GIMELEC est le groupement des entreprises de la filière électronumérique en France. Ses 200 membres génèrent 15 milliards d'euros de CA depuis la France et emploient 67 000 personnes en France. Les adhérents conçoivent et déploient les technologies électriques et numériques pour le pilotage optimisé et sécurisé des énergies, des infrastructures, de l'industrie, des bâtiments, des infrastructures du numérique et de l'électromobilité. A la conjonction de l'électron et de l'octet, l'engagement du GIMELEC en faveur de l'économie circulaire s'inscrit dans une volonté de développement des entreprises en France et à l'international.

110. <https://science.sciencemag.org/content/367/6481/984.full>

# GOOGLE

« Google s'est désormais donné pour objectif d'utiliser une énergie décarbonée d'ici 2030, 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24, pour l'ensemble de ses data centers et de ses bureaux, partout dans le monde. »

## Energie et centres de données

Google est la première grande entreprise à avoir atteint la **neutralité carbone** en affichant un bilan carbone neutre depuis 2007 et, depuis 2017, Google est le plus grand acheteur privé d'énergies renouvelables au monde, lui permettant d'acheter suffisamment d'énergies propres pour correspondre à 100% de sa consommation mondiale d'électricité.

Google s'est désormais donné pour objectif d'utiliser une **énergie décarbonée d'ici 2030, 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24, pour l'ensemble de ses data centers et de ses bureaux, partout dans le monde.**

Les data centers de Google sont deux fois plus écoénergétiques que des centres de données classiques :

→ Par rapport à il y a 5 ans, ils sont capables de fournir aujourd'hui environ sept fois plus de puissance de calcul, tout en utilisant la même quantité d'énergie électrique.

→ En utilisant le Machine Learning, il a été possible de réduire de 30% la consommation d'énergie nécessaire au refroidissement des centres de données.

Google s'attache à intégrer les principes du **recyclage** et de l'**économie circulaire** dans la gestion de ses centres de données : 19% des composants utilisés dans les nouveaux matériels lors de montées en gamme sont des composants réutilisés et 87% des déchets issus des centres de données de Google font l'objet de retraitement.

## YouTube

Pour offrir aux utilisateurs une expérience de visionnage optimale, YouTube ajuste la **qualité du flux vidéo** en fonction de plusieurs critères et paramètres tels que le débit de la connexion Internet, la taille du lecteur vidéo/de l'écran ou encore la qualité de la vidéo originale mise en ligne.

Lorsqu'un utilisateur regarde une vidéo, nous lui offrons une liste de vidéos additionnelles à regarder par la suite via la fonctionnalité de lecture automatique<sup>111</sup>. Pour lui fournir tous les outils dont il a besoin pour contrôler son expérience sur YouTube, il peut désactiver à tout moment cette fonctionnalité au moyen de l'option d'activation/de désactivation disponible sur la page de visionnement.

Chaque utilisateur peut voir dans son profil la 'durée de visionnage'<sup>112</sup>, le rappel 'faites une pause'<sup>113</sup>, ou encore la possibilité de limiter le temps d'utilisation à l'aide d'un minuteur. Ces outils sont conçus pour aider chaque utilisateur à mieux comprendre la façon dont il utilise YouTube, à savoir se déconnecter si besoin et à mettre en place des habitudes saines pour toute la famille.

## Terminaux

Google publie des **rapports publics sur l'impact énergétique**<sup>114</sup> de chacun de ses produits. Ceux-ci permettent de montrer l'impact environnemental du produit tout au long de son cycle de vie, son efficacité énergétique, les ressources utilisées, etc.

Google réutilise les matériaux pour limiter au maximum l'impact environnemental et social de ses produits :

→ À partir de 2022, 100 % des produits 'Made by Google' incluront des matériaux recyclés et nous comptons développer l'utilisation de ces matériaux lorsque cela est possible.

→ Google s'engage à utiliser des matériaux recyclés ou renouvelables dans au moins 50 % du plastique utilisé dans sa gamme de produits à l'horizon 2025, en privilégiant autant que possible les plastiques recyclés\*.

→ Google s'engage à éliminer le plastique de ses emballages et à les rendre entièrement recyclables à l'horizon 2025.

→ Google s'engage à obtenir la certification UL 2799 dite «zéro déchet en décharge» pour l'ensemble de ses sites de fabrication d'ici 2022.

Afin de maximiser l'utilisation de nos produits, un centre de réparation est accessible en ligne<sup>115</sup>.

Google permet aux utilisateurs de donner une **seconde vie** à leurs anciens appareils en proposant un programme de retour par courrier gratuit<sup>116</sup> pour un **recyclage responsable**, et s'engage à continuer d'étendre nos services de gestion de fin de vie. Pour l'achat d'un appareil, il est possible de retourner 3 appareils usagés gratuitement.

111. <https://www.youtube.com/howyoutubeworks/user-settings/autoplay/>

112. [https://support.google.com/youtube/answer/9052667?hl=en&utm\\_source=wellbeing.google&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=wellbeing](https://support.google.com/youtube/answer/9052667?hl=en&utm_source=wellbeing.google&utm_medium=referral&utm_campaign=wellbeing)

113. [https://support.google.com/youtube/answer/9012523?hl=fr&utm\\_source=wellbeing.google&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=wellbeing](https://support.google.com/youtube/answer/9012523?hl=fr&utm_source=wellbeing.google&utm_medium=referral&utm_campaign=wellbeing)

114. <https://sustainability.google/reports/>

115. <https://store.google.com/fr/repaircenter>

116. <https://store.google.com/fr/magazine/recycling>

# GREEN IT

COLLECTIF D'EXPERT

« Le numérique est une ressource critique, non renouvelable et qui s'épuise à trop vite. Economisons-le. »

## *Le numérique est une ressource non renouvelable, économisons là !*

Le numérique est une ressource critique, non-renouvelable, qui s'épuise inéluctablement et trop vite. En le déployant à très large échelle, nous sommes désormais devenus dépendants du numérique pour **communiquer** et **transmettre nos savoirs** ; 2 besoins cruciaux pour perpétuer notre civilisation humaine.

C'est en partant de ces constats que notre collectif d'experts, acteur historique, a forgé les démarches de sobriété numérique et de numérique responsable<sup>117</sup>, il y a une dizaine d'années. Pour le dire simplement, il s'agit d'économiser la ressource numérique tout en respectant le Vivant lorsque nous la concevons, la fabriquons et l'utilisons.

La sobriété numérique est la base fondamentale d'un numérique plus responsable, tant sur le plan environnemental que social.

Depuis plus de 15 ans, nos études, à toutes les échelles - monde, France<sup>118</sup>, entreprise<sup>119</sup>, service numérique<sup>120</sup> démontrent que les impacts environnementaux du numérique<sup>121</sup> ont lieu principalement lors de la **fabrication des équipements**, et dans une moindre mesure lors de la production de l'électricité et de la fin de vie. Autrement dit, ce que nous faisons avec nos smartphones et nos ordinateurs une fois qu'ils sont allumés n'a qu'un impact marginal. Néanmoins, si on regarde uniquement les réseaux ou les data center, c'est l'usage de leurs équipements qui est plus impactant que leur fabrication (jusqu'à 2 fois plus pour les data center).

## *Eco-concevoir pour fabriquer moins mais mieux*

Pour y parvenir, il faut généraliser l'**écoconception** des services numériques et **l'enseigner** à l'école ; éco-concevoir les équipements ; massifier le réemploi via des dispositifs tels qu'une directive européenne, la consigne obligatoire et repenser les programmes de réengagement des opérateurs ; allonger la durée de garantie légale ; renforcer le contrôle des utilisateurs sur les mises à jour logicielles ; et bien entendu, s'appuyer sur les standards internationaux existants<sup>122</sup>.

## *Un numérique au service de l'humanité et pas l'inverse*

Dans ce contexte, un réseau numérique plus responsable, objet d'une attention particulière de l'Arcep, permet à tout le monde d'accéder à des débits corrects (lutte contre la fracture numérique), mais sans surenchère économique et technologique et dans le respect des êtres humains : vie privée, accessibilité numérique, éthique, neutralité, etc.

Il s'agit en priorité de permettre à tous, sans exception, d'accéder à des services numériques connectés qui respectent les utilisateurs et la planète. Pour cela, il faut déployer les réseaux de manière intelligente, optimisée en fonction des besoins qui ne peuvent être répondus autrement. Il s'agit aussi de **calmer notre voracité** pour éviter un « big crunch numérique ».

## *Le respect du Vivant, un formidable levier d'innovation*

Le respect du Vivant dans nos pratiques numériques est un formidable levier d'innovation et de création de valeur. C'est aussi la seule possibilité pour penser un avenir numérique alternatif enviable.

Avec plus de 15 ans de recul et de pratique quotidienne sur le terrain, nous sommes également convaincus que la sobriété numérique est un atout pour la **compétitivité** de la France qui peut montrer la voie dans ce domaine.

Ne nous contentons pas d'avoir des idées, mettons-les massivement en œuvre.

117. [SOBNUM 2019] « Sobriété numérique : les clés pour agir », livre, Frédéric Bordage, Buchet-Chastel, septembre 2019.

118. [EENM 2019] « Empreinte environnementale du numérique mondial », étude, GreenIT.fr, octobre 2019.

119. [iNUM 2020] « iNUM : impacts environnementaux du numérique en France », étude, collectif, juin 2020.

120. [WEGREENIT 2018] « Quelle démarche Green IT pour les grandes entreprises françaises ? », GreenIT.fr, WWF France, Club Green IT, février 2020.

121. [GREENCONCEPT 2020] « Livre blanc Greenconcept », synthèse de l'opération collective, février 2020.

122. ISO 14044/40 pour la quantification des impacts et ISO Norme NF EN IEC 62430 pour l'écoconception des produits et des services numériques.

# HADOPI

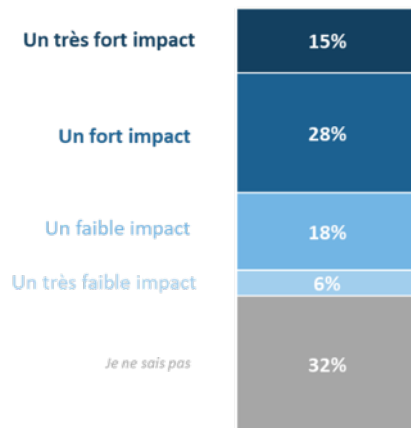
HAUTE AUTORITÉ POUR LA DIFFUSION DES ŒUVRES ET LA PROTECTION DES DROITS SUR INTERNET

« 66 % des internautes déclarent pouvoir être incités à consommer moins de contenus culturels dématérialisés due à la consommation importante d'énergie qu'elle implique. »

Dans le cadre de sa mission légale d'observation des usages licites et illicites des biens culturels dématérialisés, l'Hadopi a mis en place depuis 2011 un **baromètre de consommation des biens culturels dématérialisés**. L'édition 2020 a été l'occasion d'interroger pour la première fois les internautes sur leur perception de l'impact environnemental de leurs usages.

Il ressort en premier lieu une prise de conscience de près de la moitié des internautes de l'empreinte environnementale de leurs pratiques culturelles dématérialisées : **43 % des personnes interrogées estiment qu'utiliser internet pour consommer des produits culturels a un fort impact sur l'environnement, et en particulier le bilan carbone**. Cette perception est d'autant plus forte que les internautes sont jeunes : 55 % des 15 – 24 ans considèrent cet impact comme fort ou très fort, contre 38 % des internautes de 40 ans et plus.

Figure 1 : perception de l'impact de la consommation culturel dématérialisée sur l'environnement (base : internautes français de 15 ans et plus – 5002 individus)

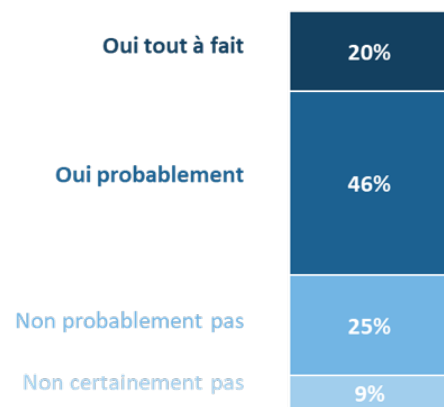


Réponse à la question : selon vous, quel est l'impact de l'utilisation d'internet pour consommer des produits culturels (films, séries, musique, logiciels...) sur l'environnement et en particulier le bilan carbone (c'est-à-dire, le bilan en termes d'émission de gaz à effet de serre, comme le CO<sub>2</sub>) ?

Source : Hadopi – baromètre de la consommation 2020

Compte tenu de cette perception, les **deux tiers (66 %) des internautes déclarent pouvoir être incités à consommer moins de contenus culturels dématérialisés due à la consommation importante d'énergie qu'elle implique**. Cette proportion d'internautes prêts à adapter leurs pratiques en ligne atteint même près des trois quarts (73 %) de ceux qui considèrent comme fort l'impact de l'utilisation d'internet pour consommer des produits culturels – mais seulement 69 % des 15 -24 ans, soit un résultat statistiquement comparable à la moyenne.

Figure 2 : incitation à consommer moins de contenus culturels dématérialisés (base : internautes français de 15 ans et plus – 5002 individus)



Réponse à la question : la consommation de contenus dématérialisés et particulièrement en streaming consomme beaucoup d'énergie et émet une quantité importante de gaz à effet de serre (l'utilisation de serveurs pour stocker les données nécessite par exemple beaucoup d'électricité...). Ce constat peut-il vous inciter à consommer moins de contenus culturels dématérialisés ?

Source : Hadopi – baromètre de la consommation 2020

Alors que la question de l'impact environnemental des nouvelles technologies s'impose progressivement dans le débat public, comme en témoignent les questions soulevées par la 5G, les internautes semblent de plus en plus conscients des conséquences de leurs propres pratiques dématérialisées.

Il est important, cependant, que la nécessaire incitation des individus à réduire leur empreinte carbone ne se traduise pas par un moindre accès à la culture en ligne. La large diffusion des biens culturels dématérialisés sur Internet favorise l'accessibilité des œuvres, notamment auprès des plus jeunes publics. La solution devra davantage être trouvée dans la réduction de l'impact environnemental des offres mises à la disposition des internautes.

# HALTE À L'OBsolescence PROGRAMMÉE

« Halte à l'obsolescence programmée appelle à lutter activement contre le l'obsolescence des appareils numériques, et à inclure la notion d'obsolescence logicielle dans la définition de l'obsolescence programmée. »

Le secteur du numérique est à l'origine d'environ 4% des émissions mondiales de gaz à effet de serre<sup>123</sup>, et ce chiffre va continuer d'augmenter avec le temps. 80% de l'impact environnemental dû aux objets numériques se situe lors de la phase de fabrication<sup>124</sup>. La construction des appareils numériques demande des quantités très importantes de ressources, et en particulier de terres et de métaux rares, à l'origine de dépendances d'approvisionnement du fait de la concentration de ces minerais dans quelques pays. Ces matières premières sont à l'origine de pollutions importantes au moment de leur extraction, mais également en aval de la chaîne, puisqu'à ce jour leur recyclage n'est pas toujours possible. Pour un numérique plus durable, il est donc absolument essentiel de lutter contre l'obsolescence des appareils numériques et d'allonger leur durée de vie et d'utilisation.

A ce titre **HOP/ Halte à l'obsolescence programmée appelle à lutter activement contre le l'obsolescence des appareils numériques, et à inclure la notion d'obsolescence logicielle dans la définition de l'obsolescence programmée.** Les appareils numériques sont touchés par deux formes d'obsolescence. L'obsolescence matérielle du fait de leur fragilité et le plus souvent de leur non réparabilité, et l'obsolescence logicielle. Cette dernière repose sur le renouvellement des logiciels, dans les terminaux, et contribue à rendre incompatibles des appareils encore fonctionnels. Elle recouvre plusieurs techniques : la limitation de la durée du support technique par rapport à la durée d'utilisation réelle, l'incompatibilité de format entre ancienne et nouvelle version du logiciel, ou encore la mise à jour des logiciels qui ralentit les appareils.

Face à ce constat, HOP demande la **dissociation des mises à jour logicielles correctives des mises à jour de confort.** Il doit être possible pour un utilisateur de n'effectuer que les mises à jour œuvrant à la sécurité de son appareil, et d'avoir le choix de ne pas installer les mises à jour de performance, souvent les plus lourdes et donc les plus susceptibles de ralentir les appareils. La loi Anti-gaspillage et pour une économie circulaire permet de refuser une mise à jour, mais sans cette dissociation cela peut s'avérer contre-productif et l'utilisateur tenu responsable d'un défaut de conformité. En outre, il est également important de permettre la réversibilité des mises à jour logicielles. Il apparaît nécessaire de garantir au consommateur une information claire précisant les impacts sur le fonctionnement de l'appareil et de ses applications en cas de mise à jour. Il convient d'exiger la plus grande **transparence** concernant la durée de vie des logiciels,

la capacité des appareils à recevoir de nouvelles versions, ou encore l'évolution attendue des fonctionnalités de base. HOP souhaite également augmenter la durée de garantie logicielle introduite par la loi AGECE de 2 à 8 ans. Concernant les avancées permises par cette loi, HOP souligne l'importance du rapport gouvernemental à venir sur l'obsolescence logicielle et soutient la prise en compte d'un critère exigeant sur le logiciel dans l'indice de durabilité qui va être instauré en 2024.

Enfin, concernant l'obsolescence matérielle liée aux nombreux appareils numériques, il est indispensable d'**imposer l'écoconception et la réparabilité** des appareils numériques. Il est également nécessaire de **favoriser le réemploi et le reconditionnement** de ces équipements. Aussi, le développement d'un compteur d'usage sur certains produits électroniques permettrait de stimuler le marché de l'occasion et de permettre une meilleure information des consommateurs.

En conclusion, l'allongement de la durée de vie de nos équipements numériques est indispensable pour s'orienter vers un numérique plus soutenable, dans un double objectif de protection des consommateurs et de réduction de l'impact environnemental.

123. Ademe (2018). «Modélisation et évaluation du poids carbone de produits de consommation et biens d'équipement»

124. Commission européenne (2020). Plan d'action économie circulaire



# LES AUGURES<sup>125</sup>

« La stratégie d'innovation dans la culture doit se repenser au prisme d'un numérique soutenable »

Qu'est-ce qu'**innover dans la culture** quand le monde est traversé par une crise écologique dans laquelle s'emboîtent les crises sanitaire, économique et sociale ?

Depuis 10 ans, le monde de la culture se projette dans le futur à travers les reconstitutions 3D, la réalité virtuelle, les abonnements freemium illimités. Les investissements furent massifs dans la numérisation des collections, le développement de plateformes vidéo et d'algorithmes, la conception d'expériences interactives dont l'usage non raisonné a pour conséquence un **coût écologique** dont nous prenons à peine conscience alors même que les **usages s'accroissent**. Parallèlement, la prise en compte de la RSO fut quasi nulle, faute de moyens mais plus encore par manque de considérations pour les enjeux sociaux et environnementaux.

Face à l'urgence climatique, la transition écologique s'inscrit progressivement à l'agenda du secteur culturel. La notion de sobriété numérique gagne les consciences. Le constat s'impose : ce n'est ni la technologie, ni le génie qui permettront au secteur d'inventer des modèles résilients mais la capacité à **expérimenter collectivement** en mettant le soin du vivant au centre des manières de créer et de produire. Dans cette perspective, **la stratégie d'innovation dans la culture doit se repenser au prisme d'un numérique soutenable**.

Mais les professionnels de la culture sont démunis : ils n'ont ni les moyens, ni les compétences pour penser et mettre en œuvre une politique de sobriété numérique. Ils sont d'autant plus démunis que la **crise sanitaire**, contraignant les musées et les théâtres à garder leurs lieux fermés, tend à **rabattre les usages culturels vers le numérique** (cloud gaming, SVOD) et les incite à développer des expériences en ligne, accroissant par là-même leur empreinte écologique.

Comment alors mettre en œuvre une **transformation numérique responsable** ?

Les Augures se font l'ambassade du secteur culturel et appelle la puissance publique à s'engager pour :

- Développer un outil commun pour **mesurer** et rendre visible l'empreinte écologique des usages numériques dans la culture
- **Communiquer** les données des usages culturels numériques aux publics pour **réguler** les pratiques
- **Sensibiliser** les directions et former les DSI à la sobriété numérique
- Mettre en place des ressourceries de terminaux numériques dans la culture pour encourager le réemploi
- Changer structurellement nos modes de **productions** numériques, tant dans les usages que dans les logiciels.

# MÉTROPOLE EUROPÉENNE DE LILLE (MEL)<sup>126</sup>

« La MEL promeut toute forme de mutualisation des réseaux pour assurer une occupation raisonnée et soutenable de son territoire. »

*En préambule, la MEL salue la démarche participative de l'Autorité concernant ses travaux « Pour un numérique soutenable ». La MEL, au travers de son nouveau Plan Climat Air Energie Territorial, a placé les enjeux environnementaux au cœur des projets d'aménagement de son territoire, y compris le déploiement des réseaux technologiques.*

La MEL promeut toute forme de **mutualisation des réseaux** pour assurer une occupation raisonnée et soutenable de son territoire. A cet effet, elle a établi dès 2013 avec les opérateurs une **charte d'implantation des antennes-relais** favorisant le partage de leurs infrastructures.

Parallèlement, le succès de la mise en service d'un réseau mutualisé 4G dans le métro lillois, par la mise en commun des équipements et des fréquences, démontre toute la pertinence des **projets multi-opérateurs**. La MEL souhaiterait voir ce modèle étendu en zone dense, où l'intérêt d'une concurrence par les infrastructures se révèle souvent faible. Il est à noter que la contrainte exercée sur le mobilier urbain par l'exploitation de la bande 26 GHz rendra cette pratique incontournable. La MEL veillera à harmoniser et encadrer l'accès au mobilier urbain de son territoire, notamment les conditions relatives aux adductions énergétiques et à la gestion des candélabres.

Au sujet de la mutualisation des terminaux des clients finals, la MEL regrette que dans le cadre du déploiement FTTH, le point de mutualisation d'immeuble (PMI) ne contienne pas un équipement terminal actif unique (boîtier internet) pouvant desservir chacun des logements de l'immeuble.

Aussi, la MEL appuie la proposition de « Maison du numérique » pour accompagner l'accès aux services, tout en rappelant l'existence du programme national des tiers-lieux numériques, qui aurait vocation à jouer ce rôle.

Pour répondre de manière innovante aux défis environnementaux de gestion des déchets, la MEL travaille à l'**élaboration d'un nouveau document cadre** qui sera mis en œuvre d'ici 2023. En pratique, cela devrait se traduire par de **nouvelles actions de préventions**, une réorganisation des **collectes**, des filières de **recyclage** et de **réemploi**, et des liens plus étroits avec des éco-organismes ou des distributeurs d'équipements numériques.

La MEL se réjouit aussi de la mise en œuvre d'un **baromètre environnemental des communications électroniques**. Elle considère important d'objectiver l'impact et le coût énergétique des réseaux, services et usages afin d'identifier rapidement les actions les plus déterminantes pour le climat.

En ce sens, la MEL estime que promouvoir une architecture décentralisée des réseaux pour les rapprocher des utilisateurs devrait être mis en perspective avec les conditions géographiques de température et la nécessité de refroidissement des centres de traitement de données.

Aussi, elle considère qu'il pourrait être plus efficace et aisé d'accélérer le décommissionnement du réseau de cuivre, plutôt que d'éteindre les réseaux mobiles anciens pour lesquels les usages sont encore nombreux. La MEL se montre cependant favorable à l'**extinction des technologies 2G et 3G**, par des expérimentations à l'échelle des quartiers dans une démarche de migration des usages.

Enfin, pour encourager les usages vertueux du numérique et les comportements d'éco-consommation, la MEL appelle l'Etat, par la voix de l'Arcep, à définir un **plan national de prévention du numérique** dans les écoles pour initier nos enfants aux gestes qui comptent, au même titre que l'apprentissage du tri des déchets.

# NEGAOCTET

« La méthode de quantification des impacts environnementaux d'Analyse du Cycle de Vie (ACV), méthode normée (ISO 14040-44), est un incontournable pour une prise en compte holistique des enjeux du secteur du numérique. »

L'impact des services numériques en France et dans le monde est important, et en augmentation. Ce développement, bien que pouvant permettre des apports bénéfiques à notre société, compromet le **respect des engagements environnementaux**, dont l'accord de Paris, et plus largement notre possibilité future de vivre sur une planète habitable. En complément, les problématiques sociales et économiques, renforcent le constat qu'il est nécessaire de contribuer au développement d'un numérique raisonné, dont les usages sont **conscients** et **maîtrisés**, les moyens appropriés et les services optimisés. La réflexion sur les usages et les moyens obligent à traiter les services numériques dans leur globalité, à travers les services rendus aux utilisateurs (approche fonctionnelle).

De plus, une démarche d'**écoconception** doit nécessairement couvrir l'ensemble des éléments (équipements physiques ou « virtualisés ») constituant ces services numériques, et notamment les terminaux, les réseaux et les datacenters, en plus des ressources humaines associées (approche exhaustive).

Les impacts liés aux services numériques sont également multifactoriels, et ont une influence sur l'ensemble du cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières et la fabrication (épouséement des ressources, consommation d'énergie et pollution) jusqu'à la fin de vie (gestion des déchets), en passant par la distribution (consommation de carburant) et l'utilisation (consommation d'électricité). Il est donc nécessaire de prendre en compte l'ensemble du **cycle de vie** des équipements (approche multi étapes).

Les services numériques sont la cause d'impacts environnementaux multiples qu'il est important de mesurer et contrôler. De nombreux enjeux identifiés comme des limites planétaires sont en partie générés par les services numériques, comme le réchauffement climatique, la consommation d'eau, ou la pollution chimique, et d'autres enjeux pour l'humain sont tout aussi importants, tels que la consommation des ressources naturelles. L'ensemble de ces enjeux doivent ainsi être pris en compte (approche multicritères).

**La méthode de quantification des impacts environnementaux d'Analyse du Cycle de Vie (ACV), méthode normée (ISO 14040-44), est un incontournable pour une prise en compte holistique des enjeux du secteur du numérique.** Cette méthode s'est déjà imposée dans de nombreux secteurs d'activités notamment dans le secteur du bâtiment où une réglementation contraignante (RE2020) met au cœur de son approche la réalisation d'ACV comme un critère de décision et de labellisation.

Par ailleurs, depuis 2010, la France et l'Europe ont établi l'Analyse du Cycle de Vie comme un support incontournable des démarches de sensibilisation et de communication vers le grand public concernant l'impact environnemental des biens de consommation. La démarche PEF/OEF a d'ailleurs été appliquée aux équipements IT et sera à l'avenir probablement la démarche privilégiée pour une caractérisation et une communication de l'impact environnemental des services numériques à l'échelle supranationale. Ce sont d'ailleurs ces travaux qui servent de cadre pour l'application de l'article 13 de la loi AGEC.

Plus globalement, il est nécessaire d'avancer vers une **harmonisation** des méthodes et des données afin de permettre l'**homogénéité** des études et la **comparabilité** des résultats, sur des périmètres et des enjeux équivalents. Dans un secteur faisant appel à des matériels, compétences et localisations multiples et conduisant à des applications aussi variées dans l'ensemble des champs de la société (énergie, industrie, divertissement, santé...) que les services numériques, il est important de disposer de référentiels (règles sectorielles) précis et homogènes permettant la simplification de la réalisation des études environnementales et la prise d'orientation stratégiques fiables.

Dans le cadre du projet NégaOctet, nous proposons de répondre à ces différentes problématiques en mettant à disposition une méthode et des données conformes aux normes et référentiels en vigueur au niveau international, réalisés en concertation avec les acteurs du secteur des services numériques, sur la base de travaux d'experts du sujet ayant pour but de renforcer et faciliter l'utilisation de l'ACV, et par là permettre une prise en compte des impacts environnementaux plus complètes et plus précises.

# NUMERISAT

« Les technologies satellitaires sont un complément indispensable à l'aménagement en Haut Débit du Territoire. De par leur nature, elles sont d'ores et déjà intégrées dans une démarche équitable et écoresponsable. »

Les solutions Internet Haut Débit par Satellite permettent d'ores et déjà de disposer des connexions à 30 ou 50 Mb/s dans les zones blanches. Elles font partie du mix-technologique du plan Très Haut Débit et prennent en compte déjà les 3 piliers de l'économie circulaire :

- 1 - Agir sur l'offre de services pour une meilleure économie des fonctionnalités
- 2 - Agir sur le comportement des consommateurs en favorisant une consommation responsable et un allongement de la durée d'usage
- 3 - Assurer le recyclage des équipements.

C'est dans ce cadre que s'inscrit l'approche de Numerisat. Nous détaillons ci-après quelques principes que nous appliquons :

## 1- Des forfaits adaptés aux besoins.

→ **Limiter les forfaits illimités et garantir du très bon débit pour tous.**

Les abonnements illimités sont consommateurs d'énergie. Les solutions satellitaires permettent de mettre en œuvre des forfaits avec des volumes limités y compris des forfaits à volumes variables. Les utilisateurs payent ainsi en fonction de leurs usages et sont incités à optimiser leurs consommations. Les débits disponibles sont identiques quel que soit l'abonnement, et importants ce qui permet de réaliser des téléchargements ou des transferts dans des délais rapides, avec donc une moindre consommation au Mo transmis.

→ **Des forfaits à durées limitées adaptés aux activités et besoins saisonniers.**

Une partie des besoins d'accès à l'internet sont liés à des activités saisonnières. Il s'agit tant des professionnels saisonniers que des résidences secondaires. Les solutions satellitaires permettent de ne donner une connexion haut débit que pendant une période déterminée. Ainsi la consommation de la connexion est nulle pendant toute une période de l'année.

## 2- Une optimisation dans l'usage des produits et une attention particulière à la durée d'usage.

→ **Diminuer la consommation des boîtiers de connexions (Box et périphériques)**

Certains routeurs permettent de programmer l'extinction des LED selon des plages horaires. La consommation des modem satellite est d'autre part réduite lorsque aucun trafic n'existe sur la liaison. L'intégration dans la conception des terminaux de technologie de gestion intelligente de ceux-ci devrait faire partie de leur cahier des charges.

→ **Durée d'usage des équipements**

Les équipements de connexion internet par satellite ont des durées d'usage longs, proches de la durée de vie du satellite lui-même (15 ans). Les logiciels associés permettent une mise à jour de leurs performances faisant évoluer les offres de service sans remplacer les équipements. Ce sont les mêmes produits que nous avons pu faire évoluer sans les remplacer en augmentant les débits des connexions de 10 Mb/s en 2012 à des services de 40 Mb/s en 2020.

## 3- La gestion des produits : Le recyclage et des cycles courts pour leur mise en œuvre

→ **Le recyclage**

Comme il a été indiqué précédemment, les équipements de connexions satellitaires peuvent aisément être reconditionnés et réutilisés et ont une durée de vie longue. Ainsi 40% des équipements que nous proposons sont recyclés par nos services et proposés à nos clients dans des conditions avantageuses.

→ **Des circuits courts et le respect de l'environnement**

La mise en place d'un kit satellite ne nécessite pas de déploiement d'une infrastructure au sol complexe.

Elle est réalisée par un installateur de proximité ou par le client lui-même. Le recours aux technologies satellitaires permet d'éviter la prolifération de pylônes ou poteaux ou des travaux polluants pour acheminer des connexions de télécommunication performantes. La connexion satellitaire peut être ainsi mise en place en quelques heures et en n'importe quel endroit y compris dans des zones difficiles d'accès.

**Les technologies satellitaires sont un complément indispensable à l'aménagement en Haut Débit du Territoire. De par leur nature, elles sont d'ores et déjà intégrées dans une démarche équitable et écoresponsable soutenue par Numerisat : l'accès au haut débit partout avec des offres optimisées selon les besoins et des coûts de déploiement minimum.**

# OVH CLOUD<sup>127</sup>

« L'entreprise a mis en place un processus industriel complètement intégré permettant de répondre au mieux aux besoins de ses clients tout en réduisant son empreinte environnementale. »

Depuis vingt ans, OVHcloud, entreprise française spécialiste du cloud qui propose des ressources informatiques virtualisées à plusieurs niveaux : l'infrastructure (serveurs pour la capacité de calcul, stockage, réseau), mais également les environnements de développement et applicatifs métiers.

La frugalité et l'efficacité sont au cœur de l'approche durable initiée par OVHcloud depuis plus de 15 ans.

**L'entreprise a mis en place un processus industriel complètement intégré permettant de répondre au mieux aux besoins de ses clients tout en réduisant son empreinte environnementale.**

## → Serveurs :

o OVHcloud se démarque en construisant ses propres serveurs, ce qui permet une innovation continue en cycles courts, ainsi qu'une mise à disposition de nouveaux produits dans des délais très réduits entre le prototype et l'industrialisation à grande échelle.

## → Centres de données :

o Ils sont exploités dans des réseaux bas carbone utilisant d'anciens bâtiments existants qui sont ré-aménagés pour devenir des centres de données.

o OVHcloud n'utilise pas de climatisation pour assurer le refroidissement de ses serveurs. Dès 2003, cela a été remplacé par un système de refroidissement par eau (watercooling) : l'eau est directement injectée sur le processeur pour le refroidir réduisant le besoin d'électricité drastiquement.

o Le PUE (indicateur d'efficacité énergétique) des centres de données OVHcloud est compris entre 1,09 et 1,3 (moyenne de l'industrie étant de 2 points). OVHcloud atteint aussi un indice hors pair de 0,2 pour son efficacité dans l'utilisation de l'eau (Water Usage Efficiency) (moyenne de l'industrie étant de 1,8L/kWh).

## → Economie circulaire :

o Deux gammes dédiées pour nos serveurs pour une deuxième et une troisième vie.

o 100% de nos composants sont intégrés dans ce processus (tri, réutilisation et recyclage).

## Les engagements d'OVHcloud

L'entreprise entend franchir un nouveau palier en prenant un engagement ambitieux à court terme : être neutre en carbone avec un mix d'énergies renouvelables pures d'ici 2025 et prévoit d'atteindre l'objectif « zéro émission nette » à l'horizon 2030.

Pour ce faire, OVHcloud va concentrer ses efforts autour de cinq axes : le suivi et l'analyse de l'impact environnemental global de l'industrie du cloud, la conception des infrastructures, utilisation d'énergies renouvelables, la promotion de l'économie circulaire et la mobilisation de ses parties prenantes.

## Une démarche collective ambitieuse

Des efforts importants ont été engagés par l'industrie pour développer des serveurs et centres de données plus respectueux de l'environnement. Une étude de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), publiée cette année, a ainsi montré que malgré la croissance exponentielle du volume de données (x12 en 10 ans), la consommation électrique des centres de données dans le monde n'a pas augmenté proportionnellement voire stagne.

Cette stabilisation globale de l'énergie consommée par les centres de données s'explique par les améliorations réalisées mais aussi par l'adoption grandissante du cloud. Celle-ci permet notamment de mutualiser et d'absorber l'impact dû à l'augmentation massive des usages.

**L'optimisation des infrastructures est donc une démarche indispensable** mais qui ne peut résoudre qu'une partie de la problématique. Au-delà de ce travail, il est donc nécessaire d'évaluer l'ensemble de la chaîne d'impact et regarder les couches supérieures, les applications, analyser l'écriture du code et déterminer leur impact en termes de consommation d'énergie.

Dans cet esprit, OVHcloud a initié un partenariat avec l'Inria (Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique) afin d'informer ses clients sur l'impact de leur propre utilisation des services cloud, et optimiser leurs usages.



« Coûts écologiques de construction, coûts énergétiques d'alimentation, énergie gaspillée pour le refroidissement, chaleur émise par les ordinateurs perdue : l'équation énergétique des data-centers n'est pas équilibrée... »

## Le numérique : l'illusion du virtuel

Comme cela a été présenté par ailleurs, le numérique, que l'on a voulu faire passer pour du virtuel, de l'immatériel, présente une vraie matérialité. Ce qui n'existe plus à côté de nous existe ailleurs, et bien souvent, cet ailleurs, ce sont les **data-centers**. Parlons plutôt de "**rematérialisation**", plutôt que de dématérialisation.

## Qarnot : une alternative écologique aux data-centers

Les data-centers représentent une partie du problème écologique du numérique. Ces usines digitales, où des milliers d'ordinateurs fonctionnent jour et nuit préemptent du foncier, artificialisent des sols, mobilisent des réseaux électriques colossaux, des matériaux pour être fabriqués... Une fois construits, les data-centers sont alimentés en énergie pour fonctionner, mais également pour être ventilés et/ou refroidis. En effet, un ordinateur qui tourne est un ordinateur qui chauffe, suivant le principe universel de l'effet Joule.

**Coûts écologiques de construction, coûts énergétiques d'alimentation, énergie gaspillée pour le refroidissement, chaleur émise par les ordinateurs perdue : l'équation énergétique des data-centers n'est pas équilibrée...**

Qarnot propose une alternative écologique aux data-centers en distribuant la capacité de calcul informatique directement **là où la chaleur est nécessaire**. Qarnot valorise ainsi la chaleur fatale informatique pour chauffer des bâtiments et de l'eau, grâce à deux produits principaux, qui embarquent des microprocesseurs comme sources de chaleur : le radiateur-ordinateur et la chaudière numérique. Ici, c'est la donnée qui transite par la fibre optique et non la chaleur qui est transportée. Plus les usagers ont besoin de chaleur, plus ils reçoivent dans leur chaudière ou radiateur de calculs informatiques, plus les microprocesseurs montent en fréquence et donc dégagent de la chaleur.

Ainsi Qarnot diminue considérablement l'empreinte carbone (-89%) et les dépenses énergétiques (divisées par quatre) de l'informatique. Les technologies Qarnot sont des solutions **d'économie circulaire numérique** : le déchet des uns -la chaleur dans l'informatique-, est la ressource précieuse des autres, la chaleur dans le bâtiment.

## Les limites du PUE

Le Power Usage Effectiveness (PUE) présente des limites manifestes. S'il témoigne à peu près correctement de la répartition de la consommation d'énergie dans le data-center, il ne prend pas du tout en compte la question de la chaleur fatale informatique. Un data-center avec un très faible PUE peut continuer à ne rien faire de la chaleur émise par le matériel informatique.

En ce sens, l'Energy Reuse Effectiveness paraît plus complet et met en évidence des atouts énergétiques plus évidents. Il est bien sûr bon de limiter les consommations énergétiques d'un data-center, mais encore meilleur de réussir à valoriser la chaleur émise par les serveurs.

## Une approche distribuée

L'approche distribuée de Qarnot est permise grâce à une plateforme de distribution du calcul informatique, le Q.Ware, qui distribue les tâches de calcul suivant la consigne de chauffe des usagers de la chaudière ou du radiateur. Au-delà d'une dimension environnementale évidente, cette logique edge computing présente des avantages environnementaux majeurs, de même qu'il offre des garanties

## Smart building, smart cities : où est le cerveau ?

La question de la ville et du bâtiment intelligents n'est bien souvent pas suffisamment abordée en termes de sécurité, de souveraineté et d'indépendance. Qu'est-ce qui rend aujourd'hui une ville ou un bâtiment intelligent ? Il s'agit de l'informatique, et plus particulièrement de processeurs qui traitent et analysent les données. La plupart du temps aujourd'hui, ces données sont envoyées dans des data-centers, qui eux, rendent la ville intelligente. Se pose donc une vraie **question de sécurité, de souveraineté** dès lors que la ville ou le bâtiment ne sont pas eux-mêmes maîtres des données traitées. L'approche de Qarnot, qui vise à distribuer la capacité de calcul directement dans les bâtiments et la ville, présente le mérite de rapprocher la ville de son cerveau, et même de l'y intégrer.

Le développement frénétique de l'IoT, de la captation de données en ville, l'accélération des technologies basées sur le big data, l'intelligence artificielle ou le machine learning, devraient nous obliger à réfléchir à la question suivante : **où donc est le cerveau ?**

# GAUTHIER ROUSSILHE

CHERCHEUR ET SPÉCIALISTE EN ÉCO-CONCEPTION NUMÉRIQUE

« Le modèle précis qui est remis en cause est celui du numérique commercial des données (...) basé sur trois fonctionnements : maximiser l'engagement des utilisateurs, capture des données, vente d'espace publicitaire et/ou d'équipements. »

Le "numérique" est un terme chapeau qui englobe de nombreuses réalités et de nombreux secteurs différents. On ne remet pas en question par exemple le numérique comme infrastructure pour la recherche (puissance de calcul pour la recherche fondamentale, modèles climatiques, etc.). **Le modèle précis qui est remis en cause est celui du numérique commercial des données** impulsé par les États-Unis **basé sur trois fonctionnements : maximiser l'engagement des utilisateurs, capture des données, vente d'espace publicitaire et/ou d'équipements.** En termes d'infrastructures techniques, ce modèle économique spécifique repose sur le renouvellement des équipements grand public (smartphones, tablettes, etc), le déploiement massif de capteurs et d'objets connectés, etc. Par exemple, Wikipédia n'a pas le même modèle économique et ne fait pas commerce de la donnée. Ainsi, l'expérience numérique proposée par Wikipédia est radicalement différente. Le modèle économique est une des clés de voûte pour réorienter le "numérique".

Comme tous les autres secteurs, le numérique (GAFA, BATU, etc) va devoir opérer sa transformation pour se conformer aux exigences des accords de Paris entre autres. Le secteur numérique est complexe car il peut constituer un secteur à part entière et est aussi transverse à la plupart des autres secteurs.

En l'état actuel, le secteur numérique (TIC+GAFA) représente une faible partie des émissions de gaz à effet de serre (GES) en valeur absolue comparée au transport, agriculture, production d'énergie, etc. Par contre, c'est le secteur qui aurait, a priori, parmi les **plus gros taux annuels de croissance en termes de consommation énergétique, en émissions de GES, et en production de déchets (D.E.E.E).**

La recherche nécessaire pour comprendre l'empreinte environnementale du numérique est en train de se faire et n'est pas encore stabilisée sur une méthode et les frontières du système à analyser. Il y a un manque crucial de données pour avancer plus vite : il manque les données des constructeurs et des industriels pour améliorer la précision des analyses de cycle de vie. **L'ouverture des données ACV des constructeurs est fondamentale** à une meilleure compréhension des **impacts environnementaux du secteur.** Ce sont des données **d'intérêt général.**

Certaines institutions "techno-optimistes" comme le World Economic Forum indique que le "numérique" permettrait de réduire de 15% les émissions de GES dans les autres secteurs grâce à l'efficacité et à l'optimisation permises par le numérique. Ces chiffres reposent sur de nombreuses hypothèses techniques et économiques discutables. Un travail d'analyse serait nécessaire pour confronter ces projections à la réalité et comprendre comment trier le bon grain de l'ivraie dans ces affirmations. Dans tous les cas, cette affirmation ne précise pas de combien croissent les émissions de GES en valeur absolue. Aujourd'hui, **l'objectif est de décarboner tous les secteurs, pas de décarboner la croissance** de ceux-ci.

La formation des professionnels du secteur (designers, développeurs, ingénieurs, etc.) est primordiale. L'écoconception numérique des services doit être un standard pour toutes les commandes publiques et de collectivités, amenant à terme le privé à se positionner à terme. De façon opérationnelle, l'écoconception numérique a deux piliers : réduire l'empreinte environnementale du numérique et répondre efficacement à des besoins exprimés (tout en les réinterrogeant). Elle répond à six principes :

- Favoriser la durée de vie des équipements
- Favoriser la réduction de la consommation globale de ressources non-renouvelables et la réduction des déchets électroniques
- Favoriser la durée de vie du service en tant que tel (pertinence et maintenance)
- Optimiser pour les conditions d'usage les plus difficiles
- Être une clé d'entrée pour intégrer les autres bonnes pratiques du web (accessibilité, sécurité, gouvernance, open data)
- Sensibiliser à la sobriété.

Une des questions prioritaires pour informer les arbitrages politiques est la suivante : **à quoi ressemble un écosystème numérique (infrastructures + services) dans et pour un monde stabilisé à +2°C ?** Voici l'horizon politique qui doit structurer nos choix numériques, il doit être exploré et déterminé grâce à de meilleures données, plus de recherche et une meilleure formation des praticiens.

# SNCF

« Les citoyens ont perdu confiance alors que celle-ci est intrinsèquement liée à notre capacité à affronter l'avenir. Nous – Entreprises – devons travailler à la reconquérir. »

Qu'est-ce qui différencie notre perception du Numérique d'aujourd'hui à celle d'il y a 30 ans ? Quand sommes-nous passés de la croyance en ses bienfaits à la défiance ? Ce mouvement est-il irrévocable ?

Le Numérique a permis de **créer de nouveaux services**, d'accélérer les précédents, de permettre à de plus en plus de personnes de jouir de nouvelles opportunités. Il est indéniablement un facteur de progrès. Puis, il nous a dépassé. Nous avons suivi la course effrénée de l'innovation : le Numérique est devenu service/expérience avant d'être matériel/équipement, il est devenu le cœur du sujet alors qu'il n'était qu'outil.

En 2020, d'après le défenseur des droits, le Numérique est devenu le premier facteur d'**exclusion**.

Passé ce constat, que faire ? Le Numérique en entreprise ne pourra être soutenable que s'il sert une stratégie responsable. La première action vise donc à repositionner le débat, à **inscrire les considérations environnementales** (et sociétales) **au cœur de la stratégie d'entreprise**<sup>129</sup> (d'Etat ?).

Mais ce n'est pas, plus suffisant. Les citoyens ont perdu confiance alors que celle-ci est intrinsèquement liée à notre capacité à affronter l'avenir. Nous – Entreprises – devons travailler à la reconquérir. Cela passera par 3 étapes :

→ **Etre exemplaire**. Reconsidérer l'ensemble du cycle de vie d'un produit/d'un service avant de prendre une décision. Rationaliser en s'appuyant sur les meilleures pratiques (digital workplace, migration dans le cloud, réseau d'entreprise, gestion des déchets et économie circulaire...). Travailler à l'optimisation de notre Numérique et au juste besoin.

« Plus de 50% des exigences développés dans le cadre de projets Numériques ne servent à rien, ou très peu<sup>130</sup>. »

→ **Collaborer**. Pour transformer le Numérique, deux typologies d'acteurs semblent clés.

o Le secteur étant fortement externalisé<sup>131</sup>, il est indispensable d'intégrer les partenaires/fournisseurs à nos réflexions. Cependant un Groupe seul ne suffira pas à changer les pratiques. Nous devons allier nos forces, nos objectifs, nos visions pour faire face aux géants. Nous devons avoir le courage de nos ambitions.

o De la même manière, travailler en collaboration avec l'Etat pour dessiner les métiers numériques de demain et créer les filières adaptées est une nécessité. Nous devons modifier l'ADN même du Numérique en intégrant les considérations environnementales (green IT) et sociétales (inclusion et accessibilité) aux cursus scolaires : « Sustainable by design ».

→ **Innover**. Nos grands Groupes ont également le devoir de croire en l'avenir et de construire ce futur meilleur. Soyons responsables, conscients, éthiques et continuons à imaginer les solutions de demain.

Ainsi, agir pour un Numérique soutenable c'est avant tout **regagner la confiance des citoyens**, démontrer que finalement sciences et conscience peuvent s'accorder

129. En 2018, SNCF change sa raison d'être pour « apporter à chacun la liberté de se déplacer facilement tout en préservant la planète » puis continue sa transformation avec le projet TOUS SNCF, inscrivant l'engagement territorial, sociétal et environnemental comme l'un des 6 piliers de sa stratégie (au même niveau que la sécurité)

130. The standish group – Chaos report 2009

131. Quand Gartner parle de 25% (chiffres 2017) pour le secteur du transport, notre ratio est deux fois supérieur.

# TELECOOP

## « Prendre le contrepied du modèle économique des opérateurs télécoms. »

Le numérique n'est ni bon ni mauvais, il est ce que nous en ferons. TeleCoop constate que le **modèle économique** des opérateurs télécoms, porte d'entrée vers le numérique, n'est pas suffisamment responsable sur les enjeux environnementaux et sociaux : encouragement au renouvellement du matériel et à la surconsommation de données, déploiement non encadré de la 5G, gestion impatiente des ressources humaines et de la clientèle, exclusion du numérique responsable pour certains publics, œillères sur l'empreinte sociale dans les pays d'extraction des métaux etc.

La priorité pour répondre à ce contresens est la transparence. D'une part **sémantique** : les termes « soutenable » ou « responsable » ne sont pas normatifs ; à chacun sa définition. Les sociétaires et clients de TeleCoop attendent que les termes « soutenable » ou « responsable » soient systématiquement associés au respect de l'**Accord de Paris** sur le changement climatique et à ses objectifs chiffrés de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour maintenir l'augmentation moyenne des températures sous 1,5°.

D'autre part, nous devons mettre en lumière par des **données** le contresens du modèle économique des opérateurs téléphoniques. TeleCoop constate que la **part des téléphones mobiles vendus en France par les opérateurs** n'est pas publique. D'un calcul de coin de table, TeleCoop estime cette part à 50 %, dont 25 % via des forfaits avec engagement.

Cette donnée rendue publique, les citoyens seraient éclairés, par exemple, sur l'intérêt des opérateurs à déployer au plus vite la 5G pour les particuliers. Nous pourrions en déduire la part de ces ventes dans le chiffre d'affaires des opérateurs. C'est pourquoi nous demandons la publicité de ces données sur le site de l'Arcep.

Ces données sont d'autant plus cruciales que l'Arcep a établi que la grande majorité des impacts négatifs du numérique sur l'environnement est due aux **terminaux**. Il convient donc que l'Arcep dispose d'un pouvoir de sanction des opérateurs qui :

- récompensent la fidélité de leurs clients en proposant de **subventionner un nouveau terminal** (sans engagement)
- **incitent leurs clients au renouvellement de leur terminal via une offre** avec engagement inférieure à 3 ans.

Concernant la **consommation de données**, pour mettre fin à l'illusion de l'abondance il convient que le législateur sanctionne :

- les **opérateurs** qui proposent des forfaits illimités – ou démesurés – à leurs clients et n'incitent pas à la maîtrise des usages (wifi à domicile)
- les **opérateurs** qui ne proposent pas une dose de leur forfait ajustée à la consommation réelle
- les **entreprises** publiques ou privées de plus de 500 salariés dont le site internet n'est pas éco-conçu sur la base d'un référentiel tel qu'il en existe pour les personnes en situation de handicap (RGAA)
- les **plateformes** de vidéos en ligne qui n'adaptent pas la résolution de leurs contenus à la taille du terminal
- les **constructeurs** dont les téléphones ne peuvent connecter systématiquement au wifi prédéfini plutôt qu'au réseau téléphonique.

Enfin, concernant la 5G, TeleCoop s'est étonnée de la déclaration de la Secrétaire d'Etat Madame Agnès Pannier-Runacher le 30.06.20 : « Nous avons pris nos responsabilités sanitaires et environnementales, nous nous sommes appuyés sur les agences l'Anses, l'Arcep (régulateur des télécoms), l'ANFR (agence des fréquences) ».

Nous suggérons d'amender les attributions de l'Arcep dans la loi française afin qu'aucun gouvernement ne puisse se prévaloir de l'Autorité de régulation des télécoms pour tout projet de développement des communications électroniques susceptible d'accroître leur empreinte écologique à échelle nationale, et ce sans **étude d'impact** préalable.

TeleCoop, ses sociétaires et ses clients se réjouissent que l'Arcep ouvre un nouveau chapitre de son histoire en engageant le secteur des télécoms vers un numérique soutenable. Nous vous prions de croire que nous serons à vos côtés et vigilants à ce que le numérique français, entre la Silicon Valley et le numérique chinois, dessine une troisième voie guidée par l'excellence environnementale.

# THE SHIFT PROJECT

« Il est indispensable tout à la fois de prioriser les usages numériques à « retour climatique positif » et de limiter l'impact environnemental direct du numérique, donc d'effectuer une véritable bifurcation par rapport aux habitudes que fournisseurs et consommateurs ont prises depuis une quinzaine d'années. »

Le Shift Project remercie l'ARCEP d'avoir rejoint le débat ouvert sur la soutenabilité du numérique. En effet il nous semble urgent qu'au-delà du partage des constats, les pouvoirs publics prennent les mesures indispensables pour que le numérique soit plus un atout qu'un problème dans la lutte contre le changement climatique.

Nous sommes conscients de ses apports potentiels pour diminuer la production de gaz à effet de serre de certains secteurs d'activité comme la mobilité, le bâtiment, l'agriculture, la production d'énergie, etc. Mais il serait inconscient et irresponsable de croire que cette technologie aurait consubstantiellement un impact environnemental positif, comme l'affirment certains responsables publics. Il est urgent d'injecter une **rationalité environnementale** dans la transition numérique en cours, en menant des études d'impact prévisionnel permettant notamment de prendre en compte pour tout nouveau projet la part d'énergie « grise » que celui-ci produira tant en amont de son exploitation que dans sa fin de vie, ainsi que l'ensemble des émissions quantifiables y compris sur le scope 3.

Le rôle de régulateur de l'ARCEP est aujourd'hui limité aux réseaux de télécommunications. Ceux-ci ne représentent qu'une partie de la consommation énergétique du numérique. Néanmoins l'effet de levier que les réseaux ont vis-à-vis des terminaux et des usages confère aux choix qui s'y appliquent une responsabilité industrielle mais surtout politique sur l'avenir de notre société. Déployer une technologie sans réguler les usages que l'effet rebond démultipliera inexorablement n'est plus acceptable au regard de l'urgence environnementale.

Parmi les ateliers et discussions animés par l'ARCEP au cours de ces 6 derniers mois, nous souhaitons insister sur les mesures qui conduisent à une attitude de sobriété et favorisent une résilience systémique :

→ Il faut favoriser les mesures incitant à garder le plus longtemps possible ses terminaux :

o Eviter l'**obsolescence** matérielle et logicielle

o Diminuer l'impact de la **publicité** et des **incitations**, notamment tarifaires, aux renouvellements systématiques

o Favoriser les terminaux « **éco conçus** » et donc réparables

→ Il faut garantir une **meilleure complémentarité** entre les différentes technologies de réseaux en assurant au client l'usage de la technologie la plus économe en énergie pour le service demandé et pénaliser les usages dispendieux (vidéo 4K sur mobile dans le métro)

→ Il faut **bannir les forfaits illimités** des offres des opérateurs. Le sentiment d'abondance dans lequel nous plongeons ces forfaits est une illusion qu'il faut combattre.

→ Il faut **décourager les pratiques abusives** des plateformes reposant sur des techniques de marketing de l'attention, pratiques conduisant à une inflation incontrôlée des volumes numériques mais induisant également une perte de libre-arbitre tout à fait contraire aux objectifs initiaux d'Internet

Afin de préserver la capacité du Numérique à aider à la mise en place des modes de vie qui sont compatibles avec la contrainte carbone, **il est indispensable tout à la fois de prioriser les usages numériques à « retour climatique positif » et de limiter l'impact environnemental direct du numérique, donc d'effectuer une véritable bifurcation par rapport aux habitudes que fournisseurs et consommateurs ont prises depuis une quinzaine d'années** ; ceci ne pourra pas se faire sans un engagement volontariste des régulateurs.



# TIBCO

« Bien vivre le numérique. Garantir un monde numérique durable en prenant soin de l'économie, de l'humain et de la planète. »

L'ambition de Tibco est de devenir la première Entreprise de Services Numériques écoresponsable.

A ce titre, participer à la plateforme de travail de l'ARCEP intitulée « Pour un numérique soutenable » nous a semblé tout à fait naturel. En effet, le groupe Tibco a été créé il y a 36 ans dans la réparation de cartes électroniques. Déjà le besoin de ne pas jeter.

Aujourd'hui, nous sommes impliqués dans les services du numérique au sens large, aussi bien du côté des utilisateurs et des usages que du côté des réseaux et des opérateurs. Ces expertises métiers et technologiques seules ne nous semblent plus pouvoir être un but en soi. Conscients que nous devons nous inscrire dans un modèle économique soutenable, nous avons intégré l'écoresponsabilité comme un axe stratégique de développement durable de notre groupe. Axe qui prend tout son sens dans le plan de transformation 2020 -2023 que nous pilotons et dans lequel de nombreux chantiers écoresponsables ont été identifiés.

La stratégie de Tibco est : **Bien vivre le numérique. Garantir un monde numérique durable en prenant soin de l'économie, de l'humain et de la planète.**

Comment concilier ces 3 sujets :

**L'économie** : N'oublions pas que l'objectif d'une société est d'être profitable. Faisons-le en faisant du business écoresponsable en proposant des prix compétitifs en innovant technologiquement en étant le plus performant tout en respectant l'environnement. Nous avons donc proposé nos premières offres **écoresponsables** avec des matériels recyclés. De nouvelles offres arrivent avec l'évolution de nos méthodes et outils de travail.

**L'humain** : Tous ceux qui travaillent pour Tibco sont appelés des Tibs et nous sommes vigilants sur la gestion de leurs compétences ou sur la surveillance de la santé psycho-sociale. La transformation se fera avec chacun de nous et il nous semble important de préserver le **capital humain**.

**La planète** : Privilégier les solutions qui améliorent l'empreinte carbone de nos prestations et des usages de nos clients, celles qui limitent les **extractions de terres rares et de pétrole, favoriser les mobilités douces, la sobriété énergétique, la réparation, le réemploi, la collecte et le recyclage.**

**Des prestations de services à impact positif pour des usages numériques responsables**

A nos clients nous proposons des offres commerciales spécifiques **écoresponsables** dont l'objectif est d'avoir un impact positif tant sur nos processus de production que sur les usages numériques de nos clients.

A noter parmi nos actions : la transformation de notre flotte de véhicules vers l'électrique (140 véhicules légers électriques à ce jour), la dématérialisation des documents contractuels, la sensibilisation de nos Tibs aux bons usages du numérique, le tri sélectif et le traitement de nos déchets, le passage à des contrats d'énergie « verte » sur nos principaux sites en France, la mise en place du télétravail sur base du volontariat, l'équipement en matériels éco-recyclés, l'expérimentation de la comptabilité en triple capital...

**Une vision systémique et partenariale**

Nous pensons qu'il faut garder une vision globale systémique afin d'apporter les meilleures solutions écoresponsables : **Analyse du cycle de vie, des usages, des effets induits.**

Nous avons 3 enjeux à relever :

- Être **pertinents** sur les mesures écoresponsables (Emissions totales de CO2, quantité de minerais, retour sur investissement)
- Embarquer toutes les **parties prenantes** (Décideurs, intervenants techniques, utilisateurs)
- Travailler **collectivement** avec l'ensemble des acteurs pour un numérique soutenable

Ces transformations vont prendre du temps. Nous n'avons pas la prétention de changer le monde à nous tout seul mais nous nous engageons à y participer en toute humilité. Vous pouvez compter sur nous pour faire notre part à l'image du colibri.

# UFC QUE CHOISIR

« Une régulation des données « en aval » sur les abonnements des consommateurs ne saurait être admissible sans une régulation « en amont » des pratiques des professionnels. »

La perspective de la commercialisation de la 5G a eu pour conséquence de mettre plus que jamais en lumière la question de l'empreinte environnementale du numérique. C'est à cette occasion que l'UFC-Que Choisir, qui promeut une consommation responsable<sup>132</sup>, a pu mentionner lors des échanges dans le cadre des travaux de la plateforme « Pour un numérique soutenable » une exigence : **la transparence sur les effets environnementaux concrets du numérique.**

La récente proposition de loi visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France<sup>133</sup> est venu mettre en évidence cette nécessité de transparence (qui pourrait d'ailleurs être permise via la création de l'Observatoire prévu en son article 3) puisque son article 15 propose une forme de régulation de la consommation de données mobiles en faisant **payer aux consommateurs leur consommation réelle en données mobiles**, et non plus le fait de jouir d'une enveloppe mensuelle de données contractuellement définie.

Une telle mesure ne serait pas sans impact sur les consommateurs. Par exemple, si la gestion du nombre de SMS ou encore du temps d'appel peut être maîtrisée par les consommateurs, cela est beaucoup plus difficile pour les données mobiles, puisqu'il est difficile, voire impossible, de connaître la consommation de données mobiles correspondant à un usage donné sur le web. Qui plus est, il est notable que la limitation des données mobiles pourrait redéfinir le paysage actuel en segmentant davantage les offres du marché et pouvant potentiellement priver les consommateurs aux moyens les plus limités d'utiliser l'internet mobile, outil bien souvent essentiel.

Ce type d'approche a par ailleurs été encore plus étendue par le Conseil national du numérique qui via l'intégration des données utilisées via l'internet fixe dans le champ de la régulation de la quantité de données. Une telle approche pourrait être particulièrement problématique, en rompant avec un cadre qui a aujourd'hui pleinement intégré le quotidien des consommateurs et permis l'émergence de nouveaux services, à savoir l'abondance en termes de données utilisables via les réseaux fixes.

Or, toute mesure pouvant affecter de manière concrète l'utilisation du numérique par les consommateurs et ayant pour objectif affiché de réduire l'empreinte environnemental du numérique ne saurait être acceptée qu'à la condition que cette réduction de l'empreinte environnement soit pleinement effective.

L'UFC-Que Choisir souhaite également attirer l'attention sur la consommation de données qui s'impose aux consommateurs. Par exemple, les publicités consommatrice de données s'imposent de plus en plus aux consommateurs, notamment sur les sites et application de streaming vidéo. **Une régulation des données « en aval » sur les abonnements des consommateurs ne saurait être admissible sans une régulation « en amont » des pratiques des professionnels.**

132. <https://www.quechoisir.org/action-ufc-que-choisir-pour-le-monde-d-apres-construisons-ensemble-la-loi-pour-une-consommation-responsable-n80671/>

133. <https://www.senat.fr/leg/pp120-027.html>.

« La technologie et la connectivité peuvent changer l'avenir de manière positive et faire en sorte que cela ne se fasse pas au détriment de notre planète. »

Nous soutenons les ambitions de la Commission européenne concernant une Europe résiliente, verte et numérique.

Notre devise est de «connecter pour un avenir meilleur» et nous sommes optimistes quant à la manière dont **la technologie et la connectivité peuvent changer l'avenir de manière positive et faire en sorte que cela ne se fasse pas au détriment de notre planète.**

Les défis majeurs de notre secteur sont la consommation d'énergie, les émissions de carbone et la production de déchets électroniques. Nous adoptons une approche globale fixant des objectifs ambitieux sur tous nos marchés, par exemple nos opérations européennes seront 100% renouvelables d'ici juillet 2021, tandis que nos opérations africaines le seront d'ici 2025. Cela représente un grand défi sur certains marchés, mais aussi la meilleure opportunité de façonner le changement à grande échelle.

Nous nous engageons à réduire notre empreinte carbone grâce à une efficacité énergétique améliorée, à l'approvisionnement en énergie renouvelable, à la réduction de nos déchets de réseau et à de nouveaux critères environnementaux lorsque nous sélectionnons nos fournisseurs.

Vodafone reste déterminé à améliorer l'efficacité énergétique de ses centres de données, qui représentent ensemble 95% de la consommation d'énergie totale de l'entreprise.

En 2019, Vodafone a investi 77 millions d'euros dans des projets d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables, ce qui a permis des économies d'énergie annuelles de 186 GWh<sup>135</sup>.

Plus concrètement, l'année dernière, malgré la croissance continue de l'utilisation des données, Vodafone a **réalisé une réduction de 38,5% de la quantité totale d'émissions de GHG par PB de données mobiles**, pour atteindre une moyenne de 230 tonnes d'équivalent CO2 par PB<sup>136</sup>.

En juillet 2020, Vodafone a également annoncé un nouvel objectif pour aider ses clients à réduire leurs propres émissions de carbone **d'un total cumulé de 350 millions de tonnes sur 10 ans entre 2020 et 2030.**

Les applications IoT qui aident les clients à réduire les émissions comprennent inter alia<sup>137</sup> :

→ Des compteurs d'énergie intelligents qui permettent aux entreprises, aux autorités municipales et aux ménages de surveiller, gérer et réduire leur consommation d'énergie. Dans le monde entier, Vodafone dispose de plus de 12 millions de connexions de compteurs intelligents utilisant sa technologie IoT, économisant environ 1,6 million de tonnes de CO2e.

→ Villes intelligentes - mises en réseau intelligemment pour améliorer l'efficacité des services à forte intensité énergétique tels que les transports publics, les réseaux routiers publics et l'éclairage public. Par exemple, dans la ville de Guadalajara, en Espagne, 13 500 lumières LED ont été connectées à un système de gestion central, réduisant la consommation d'énergie de l'éclairage public de 68%.

→ Logistique intelligente - Technologies IoT intégrées dans les véhicules pour optimiser la gestion des itinéraires ou l'entretien des véhicules permettant une réduction de la consommation de carburant allant jusqu'à 30% et une économie estimée à 4,8 millions de tonnes de CO2e.

134. Vodafone est l'un des opérateurs majeurs de télécommunications en Europe et en Afrique (avec les joint ventures en Inde et en Australie).

135. <https://www.vodafone.com/perspectives/blog/building-a-sustainable-future>

136. <https://www.vodafone.com/news-and-media/vodafone-group-releases/news/vodafone-european-network-to-go-100-percent-green>

137. <https://www.vodafone.com/news-and-media/vodafone-group-releases/news/vodafone-european-network-to-go-100-percent-green>

« Les préconisations à élaborer pour établir des plans d'action visant à minimiser l'empreinte carbone des réseaux doivent tenir compte des protocoles disponibles sur les terminaux. »

## Réflexion autour de l'empreinte carbone de l'écoulement des données :

Ce n'est pas parce que notre raison d'être en tant qu'entreprise est de fournir un service lié à la consommation de data qu'on ne peut pas aussi se soucier de ses impacts. Wifirst estime que **les préconisations à élaborer pour établir des plans d'action visant à minimiser l'empreinte carbone des réseaux doivent tenir compte des protocoles disponibles sur les terminaux :**

→ Dans l'absolu, « 1Go transmis sur fibre consomme moins d'énergie qu'1Go transmis sur conducteur électrique », et « 1Go transmis en WiFi consomme moins qu'1Go transmis en cellulaire ». Cependant, un appareil qui n'est pas équipé pour être connecté par fibre ou par Ethernet filaire n'a le choix qu'entre cellulaire et WiFi. Le connecter en filaire reviendrait à rajouter des équipements de connexion, ce qui alourdira la facture carbone

→ Un ordinateur connecté en RJ45 émettra un Go moins coûteux en carbone qu'un téléphone mobile, mais il consommera beaucoup plus d'énergie qu'un téléphone cellulaire. Autre formulation : une heure de vidéo-conférence sur un ordinateur câblé est probablement plus polluante que sur un appareil mobile, du fait de la consommation électrique très différente de ces deux terminaux.

L'introduction du principe de « **Merit Order**<sup>139</sup> » est à étudier. Lorsque le choix est possible (ce qui est le cas dans un grande partie des cas), les canaux les moins polluants doivent être programmés pour être utilisés en priorité. Wifirst s'est engagé dans un vaste chantier de recherche et de développement autour de cette thématique, visant :

→ À **quantifier**, sur l'ensemble des infrastructures qu'on opère, le poids des différentes phases du cycle de vie de ses équipements (fabrication, transport amont, aval, installation, opération (ie consommation énergétique), dépose, recyclage)

→ À **évaluer** l'impact de la fréquence de renouvellement des équipements sur l'empreinte carbone des réseaux

→ À **identifier** les leviers de réduction de l'empreinte carbone de son activité d'opérateur télécom

Ce chantier, actuellement en cours, et mené en partenariat avec des conseils externes de premier plan, devra aboutir à l'horizon de Q1 ou Q2 2021 au plus tard.

Si l'intelligence de nos réseaux doit permettre une consommation d'énergie maîtrisée, la mise en œuvre d'un numérique toujours plus responsable doit aussi passer par une sensibilisation des utilisateurs sur l'impact selon leurs usages. Cela va dans le sens d'une prise de conscience globale avec, pourquoi pas, une mise en valeur de la réduction des impacts. À quand un nutri-score des opérateurs télécoms ?

138. Wifirst est un opérateur télécom B2B, spécialisé dans le WiFi « as a service ». Nous déployons et opérons des réseaux WiFi pour une grande variété d'entreprises : la grande distribution, les hôtels, les résidences étudiantes ou encore l'armée. Notre leitmotiv : permettre aux professionnels d'améliorer leur productivité grâce à la connectivité et leur faire faire des économies grâce à un WiFi multiservice durable. C'est parce que nous mettons l'empreinte carbone au cœur de notre stratégie que nous déployons des réseaux durables chez nos clients.

139. Transposition à l'industrie des réseaux télécoms du principe déjà existant dans l'industrie des réseaux électriques.

# PARTIE 3

[agir]

**CONCRÉTISER**

**ET PORTER**

**DES PROPOSITIONS**

Dans le cadre de ces travaux, l'Arcep a voulu esquisser des pistes d'action concrètes pour construire un numérique soutenable. Parmi les pistes régulièrement évoquées, certaines relèvent de la norme et de la fiscalité. Pour sa part et avec sa culture de régulateur, l'Arcep a voulu se pencher sur les mécanismes susceptibles de renforcer les incitations des agents économiques – fournisseurs et utilisateurs – pour réduire l'impact environnemental du numérique, autour de trois piliers.

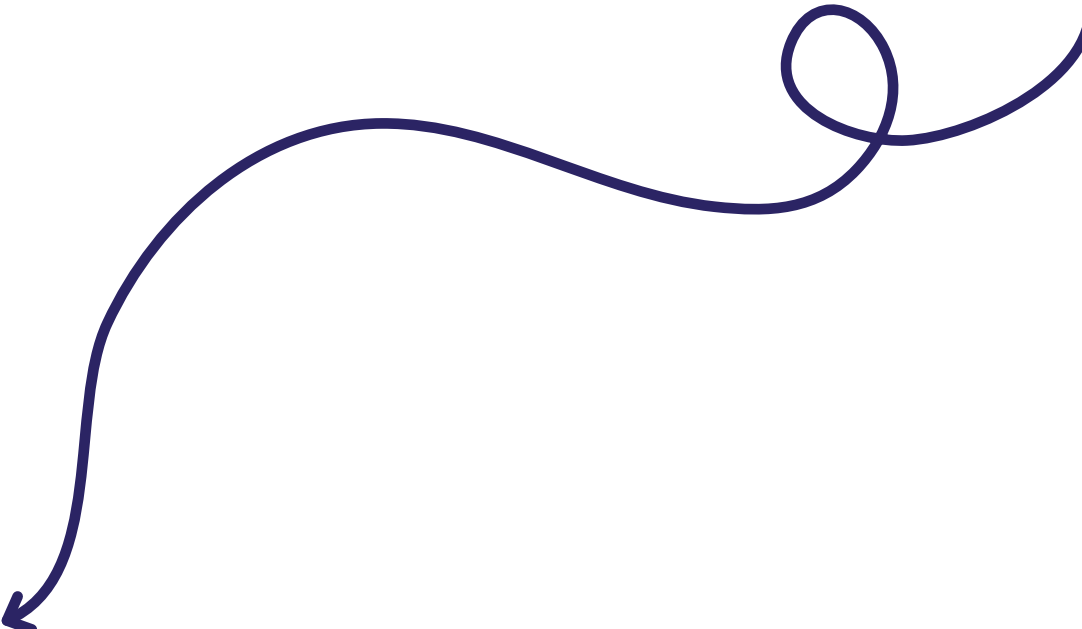
D'une part, l'analyse de l'Autorité, détaillée en première partie, met en lumière la nécessité de disposer de davantage de données pour définir plus finement l'empreinte environnementale du numérique pour toutes les composantes de son écosystème, dépasser l'étape de la prise de conscience et ainsi être à même de prendre les mesures appropriées. Ce besoin a également été exprimé dans la plupart des ateliers et grandes discussions que l'Autorité a organisés ces derniers mois. Il met ainsi en avant le besoin de doter les pouvoirs publics de pouvoirs de collecte d'information auprès des acteurs numériques en vue de surveiller leur empreinte et mesurer l'effet de leurs pratiques (3.1).

D'autre part, lors de ces moments de discussion, divers effets de levier ou propositions d'action ont été identifiés directement sur les réseaux, donnant à l'Arcep l'opportunité de dresser une première liste d'actions en vue d'intégrer l'enjeu environnemental dans ses actions de régulation (3.2).

Enfin, les échanges ont également souligné l'importance d'un renforcement des incitations des acteurs économiques et des utilisateurs avec notamment le déploiement d'une écoresponsabilité sur l'ensemble des acteurs du secteur (3.3).

Avant de détailler ces différentes propositions, l'Arcep souhaite présenter une première analyse (que les acteurs pourront proposer d'amender) positionnant les différents acteurs du numérique et décrivant leurs effets, en lien avec les questions environnementales, sur les infrastructures du numérique. L'Arcep s'appuiera ensuite sur cette description pour détailler ses propositions. D'autres enjeux transverses pourraient venir enrichir cette analyse à terme, comme par exemple le lien entre risque cyber et risque environnemental qui a notamment été abordé dans le cadre d'un atelier co-organisé par l'ANSSI et l'Arcep et synthétisé en partie 2.1.9.





**Les réseaux** sont déployés et gérés par des opérateurs de communications électroniques. Leur empreinte environnementale dépend donc tout d'abord des stratégies de déploiement des opérateurs et de leurs modalités de gestion. Néanmoins, d'autres facteurs influent sur cette empreinte. D'une part, les caractéristiques des équipements, proposés par les équipementiers, qui ont entre autres, un impact sur la consommation énergétique. D'autre part, les usages des utilisateurs jouent aussi un rôle, tant dans le dimensionnement que dans l'occupation de la capacité installée. Ces usages jouent sur l'empreinte environnementale des réseaux selon deux dimensions, à savoir : la manière dont les services sont conçus (encodage, optimisation...) par les fournisseurs de contenu et applications (FCA) et la consommation des utilisateurs (volume, type de services consommés, etc.) en tant que telle.

Au-delà il convient de noter, comme il est régulièrement souligné, que les caractéristiques des offres proposées par les FAI (fournisseurs d'accès à internet, entendus également ici par « opérateurs de communications électroniques »), ou sur un autre plan par les FCA (abonnement à des services de vidéo à la demande ou à des services de musique par exemple), sont aussi un élément pouvant influencer sur le trafic dans les réseaux. Un forfait au tarif élevé et incluant une facturation au volume consommé aurait, par exemple, un potentiel effet de bridage des usages de l'abonné qui y a souscrit.



Figure 13 : Acteurs influant sur la brique « réseaux »

Concernant les **terminaux**, leur phase de production représente l'essentiel de leur empreinte environnementale (86 % des émissions de GES liées aux terminaux sont générées dès la phase de production<sup>140</sup>). Ces équipements sont produits par les constructeurs qui déterminent donc à la fois les ressources qu'ils vont utiliser en amont, la facilité ou la complexité à les réparer, et leurs caractéristiques de fonctionnement en situation d'usage. Leur distribution (neuf, occasion, location), qui peut avoir des effets sur l'empreinte environnementale de ces terminaux (voir atelier 1), peut être effectuée de manière physique ou en ligne. Elle est assumée par une plus

grande pluralité d'acteurs comprenant les constructeurs, qui distribuent eux-mêmes leur production, les distributeurs traditionnels (distributeurs/revendeurs agréés, grande distribution spécialisée, grande distribution généraliste...) ou encore les opérateurs de communications électroniques.

Des mécanismes de réparation, de reconditionnement et de recyclage ont été organisés et se développent. Ils sont soit portés directement par les distributeurs précités, soit par de nouveaux acteurs.

Au-delà, les terminaux, qui permettent de consommer des contenus et applications proposés par les FCA pour les usagers, sont dimensionnant pour plusieurs raisons :

- d'une part, du fait des ressources en énergie que les OS et applications sollicitent pour effectivement accéder aux contenus et services qu'ils proposent ; à la fois auprès des centres de données, des réseaux et des terminaux ;
- d'autre part, du fait de leur renouvellement en raison d'une mise au rebut parfois prématurée d'équipements. A titre d'exemple, l'arrêt du maintien d'une version ancienne d'un OS, ou le fait que les applications ne soient plus compatibles avec les terminaux détenus par ces derniers, pousse les utilisateurs à renouveler leurs équipements pour avoir accès aux derniers services et fonctionnalités disponibles.

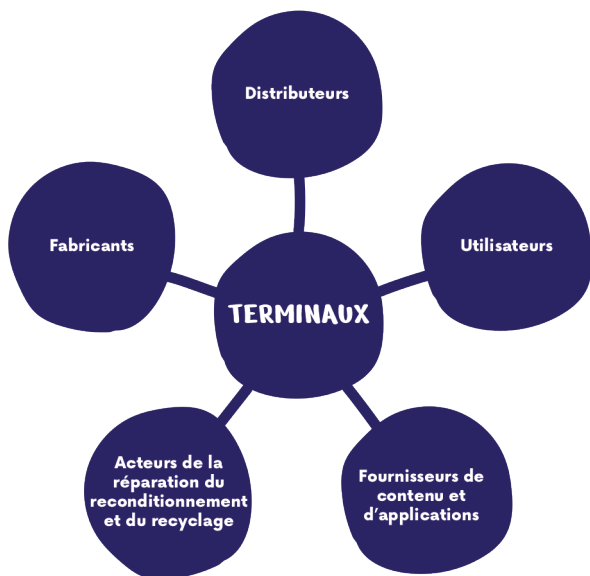


Figure 14 : Acteurs influant sur la brique « terminaux »

Concernant les **centres de données** (qui représentent 14 % des émissions carbone du numérique en France<sup>3</sup>), ces derniers sont le plus souvent gérés par les FCA eux-mêmes ou, quand les FCA passent par un tiers, par des opérateurs de centre de données et opérateurs de CDN (content delivery network ou réseau de diffusion de contenu<sup>4</sup>). Les opérateurs de réseau peuvent également contrôler une partie de ces centres de données (notamment ceux relevant de leur cœur de réseau). L'empreinte environnementale des centres de données est liée aux équipements qui leur sont proposés par les équipementiers, aux stratégies d'installation de ces équipements au sein du centre, puis à l'usage qui en est fait, alimentant la stratégie de dimensionnement du centre de données (déterminé ici aussi par le niveau de demande de la part des usagers mais également par le type de services et le volume de données produites et stockées par les fournisseurs de services). En effet, les contenus et applications proposés, pour être accessibles par les usagers, sont nécessairement stockés dans des centres de données.

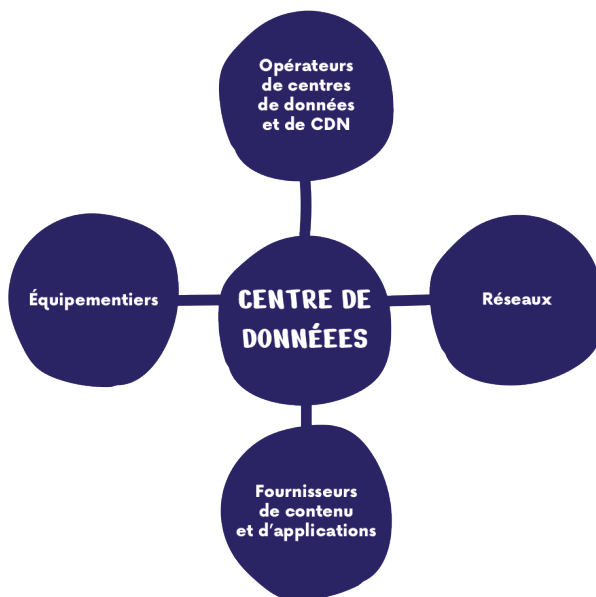


Figure 14 : Acteurs influant sur la brique « centre de données »

3. Citizing, *Empreinte carbone du numérique en France : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages ?*, juin 2020.

4. Les content delivery network ou réseaux de diffusion de contenu sont des plateformes utilisées par les fournisseurs de contenus et applications pour rapprocher leur contenu du client final et ainsi améliorer la qualité de service et l'expérience utilisateur tout en ayant une connectivité mondiale et en diminuant les frais d'acheminement de trafic. Réduire la distance entre les clients et les serveurs permet, globalement, de diminuer la latence, d'augmenter la performance et réduire les coûts. Voir glossaire.

# 3.1

## Mesurer pour assurer une meilleure surveillance par les pouvoirs publics

### 3.1.1 La régulation « par la donnée », au-delà de la transparence

Dans un contexte d'innovation permanente, les régulateurs sectoriels s'appuient de plus en plus sur la collecte, l'exploitation et la publication de données dans le cadre d'une approche appelée « régulation par la donnée » qui vient compléter les outils traditionnels du régulateur et permet d'amplifier sa capacité d'action, notamment dans une logique de supervision et de détection de signaux faibles, et d'éclairer les choix des utilisateurs pour mieux orienter le marché.

Au lieu de prescrire aux acteurs économiques un certain comportement, il s'agit de **créer un « choc de transparence »** pour réduire les asymétries d'information et démultiplier l'impact de l'action du régulateur en mobilisant les utilisateurs. La mise à disposition de données au plus grand nombre et la possibilité pour les acteurs de s'en saisir, de les discuter, d'y ajouter de la valeur et de produire des outils pertinents d'aide à la décision pour les utilisateurs participe d'une « **plateformisation** » de l'action publique où les incitations à agir ne sont pas seulement fournies par le régulateur.

La régulation par la donnée permet ainsi **une implication plus importante de tous les acteurs**, une capacité renforcée d'analyse du régulateur et une information accrue des utilisateurs et de la société civile dans son ensemble.

**Cette démarche paraît utile à mettre en œuvre en matière environnementale, elle permettrait en effet, en complément des éléments évoqués ci-dessus, d'alimenter en données les travaux d'experts** pour avancer sur les questions de mesure précises de l'empreinte environnementale du numérique ou encore d'encourager l'émergence d'outils à disposition des utilisateurs, pour piloter les aspects environnementaux liés à leurs choix et actions dans l'univers numérique.

La première étape de cette démarche consiste à assurer la **collecte de données** qui doit permettre d'apporter aux pouvoirs publics les informations nécessaires à **la définition et à la mise en œuvre d'actions adaptées** (3.1.2). Dans ce cadre, il convient de définir les données pertinentes à collecter pour **la mise en place d'indicateurs de pilotage** (3.1.3). Par ailleurs, la collecte d'information doit également être pensée dans le but d'alimenter des outils à disposition du grand public, pour mieux informer les utilisateurs et les armer dans leurs choix de consommation. Ce dernier mécanisme sera explicité plus tardivement (3.3.5).

### 3.1.2 Améliorer la mesure pour mieux identifier les enjeux et permettre une mobilisation efficace des pouvoirs publics

En 2019, l'Autorité de la concurrence, l'AMF, l'Arafer, l'Arcep, la CNIL, la CRE et le CSA ont rédigé, dans le cadre d'un groupe de travail commun<sup>141</sup>, une note<sup>142</sup>

141. Depuis 2017, un groupe informel réunit deux fois par an les présidents de plusieurs autorités administratives ou publiques indépendantes, au sens de la loi du 20 janvier 2017, ainsi que leurs directeurs ou secrétaires généraux, afin d'évoquer les sujets transversaux et de piloter des travaux et réflexions en commun. Ce groupe est aujourd'hui composé de huit institutions.

142. Arcep, Autorité de la concurrence, AMF, Arafer, CNIL, CRE, CSA, *Nouvelles modalités de régulation – La régulation par la donnée*, juillet 2019.

pour formaliser leurs réflexions et rendre compte de leurs avancées sur la régulation par la donnée. Ces travaux ont permis de mettre en évidence deux grands objectifs associés à la régulation par la donnée à savoir : amplifier la capacité d'action du régulateur et éclairer les choix des utilisateurs. La note commune souligne également les implications de la régulation par la donnée avec, entre autres, **le besoin de collecte d'informations** auprès des acteurs régulés mais aussi la nécessité **d'étendre le périmètre des données collectées**, de développer des outils de crowdsourcing, et de disposer de compétences et d'outils nouveaux.

**Mise en œuvre pour un numérique soutenable**, une collecte de données pourrait notamment **créer un choc de transparence** sur l'empreinte environnementale des usages numériques et informer sur les responsabilités environnementales de certains types d'acteurs ou services. Ces informations seront essentielles à l'élaboration et à la mise en place de plans d'action adaptés pour œuvrer à la soutenabilité du secteur numérique. Pour ce faire, **il est nécessaire qu'un régulateur, au sens large, dispose du pouvoir de spécifier le format de collecte des données environnementales et que la transmission de ces informations au dit régulateur soit juridiquement opposable aux acteurs concernés.**

L'Arcep, qui s'est déjà prêtée à cet exercice sur d'autres sujets, est prête à accompagner une telle démarche. En pratique, **L'Arcep s'est déjà engagée en ce sens**, dans les limites des compétences dont elle dispose aujourd'hui, **en ajoutant en avril 2020 un volet environnemental à son outil de collecte d'informations**<sup>7</sup> auprès des opérateurs de communications électroniques. Les indicateurs ainsi collectés portent sur les émissions de gaz à effet de serre des principaux opérateurs de communications électroniques ainsi que leur décomposition par « scope » (information correspondant aux scopes 1, 2 et 3 du référentiel ISO 14064-1<sup>8</sup>) entre 2015 et 2019, et sur la consommation électrique des box et décodeurs utilisés par leurs clients.

Dans l'hypothèse où il serait souhaité que **L'Arcep aille plus loin et étende son action à l'ensemble des acteurs, et notamment aux centres de données ou aux terminaux, il serait nécessaire, outre de renforcer ses moyens humains voire financiers, d'introduire les bases légales lui permettant d'appréhender ces acteurs.**

### 3.1.3 Identifier des indicateurs mobilisables sur l'ensemble de l'écosystème

**La collecte de données en matière environnementale passe par l'identification et la mise en place d'indicateurs portant sur l'ensemble de l'écosystème numérique.**

**L'Arcep présente dans cette partie une première ébauche d'indicateurs** qu'il pourrait être utile de collecter. Cette proposition se fonde, d'une part, sur des travaux déjà conduits ou en cours de réalisation par ailleurs et, d'autre part, sur la compréhension actuelle de L'Arcep des besoins en données, suite aux échanges avec les parties prenantes dans le cadre de sa plateforme de travail « Pour un numérique soutenable ».

**Les propositions listées ci-dessous** constituent une première proposition sur laquelle **les acteurs sont invités à réagir**. Dans certains cas, il pourrait être pertinent que le recueil des indicateurs se fasse à l'échelon européen voire international.

L'ensemble de ces propositions constitue un ensemble riche pouvant se révéler complexe à collecter, à exploiter et à être appréhendé par les utilisateurs. Dès lors, le déploiement se devra d'être progressif et des études supplémentaires, incluant des travaux d'échange entre les acteurs, seront nécessaires pour aboutir à une collecte de données toujours plus pertinente et opérationnelle.

Pour la construction de certains indicateurs et pour la collecte de certaines données, il paraît utile que cette liste soit retravaillée avec les acteurs pour **identifier ce qui est aisément collectable et ce qui ne l'est pas**. Pour cette dernière catégorie, **une réflexion pourrait être menée** pour imaginer des solutions et **faire des approximations**, par exemple

143. Décision n°2020-0305 de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse en date du 26 mars 2020 relative à la mise en place d'enquêtes dans le secteur des communications électroniques.

144. La norme ISO 14064-1 de 2006 spécifie les principes et les exigences, au niveau des organismes, pour la quantification et la rédaction de rapports sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et leur suppression. Elle comprend des exigences pour la conception, la mise au point, la gestion, la rédaction de rapports et la vérification de l'inventaire des GES d'un organisme. Elle distingue les émissions directes de gaz à effet de serre (scope 1), les émissions indirectes associées à l'énergie (scope 2) et les autres émissions indirectes (scope 3).

au travers d'indicateurs complémentaires, ne donnant pas une information parfaite mais permettant d'obtenir des ordres de grandeur et des dynamiques suffisamment proches de la réalité. Par ailleurs, **certains indicateurs proposés pourront être considérés comme prioritaires et d'autres, être collectés dans un second temps**, en fonction de l'importance de chaque indicateur et des possibilités techniques de collecte pour les parties prenantes.

En toute hypothèse, l'ensemble de ces données et indicateurs ne pourront être récoltés d'un bloc et immédiatement. Il convient là encore de **s'inscrire dans une approche progressive** qui consisterait à **développer une première collecte limitée, qui pourrait être enrichie régulièrement** de données plus granulaires ou d'indicateurs plus fins, afin de disposer d'une vision plus précise de l'empreinte environnementale (au-delà de leur empreinte carbone) des différents acteurs du numérique et de leurs évolutions.

Pour faciliter la lecture, une première liste est proposée ci-dessous par type d'acteurs qui seraient concernés par la collecte. Une synthèse des indicateurs que l'Arcep estime plus prioritaires est également présentée à la fin de cette partie.

## > Collecter des données auprès des opérateurs de communications électroniques

### Pourquoi collecter des informations auprès de ces acteurs ?

5%<sup>145</sup> de l'empreinte environnementale du numérique est imputable aux réseaux et les informations sont encore trop peu nombreuses pour permettre la décomposition de cet impact et d'identifier finement les leviers d'action.

Dans un premier temps et suivant la logique initiée par l'Arcep à l'occasion de sa première collecte d'informations auprès des opérateurs de communications électroniques<sup>146</sup>, il apparaît essentiel d'obtenir des opérateurs<sup>147</sup> des données relatives à leurs **émissions de GES directes et indirectes**<sup>148</sup> et à leur **consommation électrique en kWh**<sup>149</sup>. Ces deux indicateurs, qui peuvent paraître très proches, sont néanmoins complémentaires. Alors que la réduction des émissions de gaz à effet de serre est un objectif des accords de Paris pour le climat qui peut être atteint notamment par une décarbonation des énergies consommées, le suivi de la consommation électrique permet en complément de savoir si les démarches engagées ont pour effet de contenir ou réduire la consommation énergétique des réseaux.

Concernant les **box internet et décodeurs** audiovisuels en particulier, la **consommation énergétique** de chacun des **modèles commercialisés** par l'opérateur, que ce soit en veille ou en état de fonctionnement normal, la consommation électrique moyenne de l'ensemble des box et décodeurs **utilisés par les clients** de chaque opérateur ainsi que la **composition actuelle du parc** des opérateurs semblent être des informations pertinentes.

145. Sénat, Rapport d'information - Pour une transition numérique écologique, juin 2020.

146. Décision n°2020-0305 de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse en date du 26 mars 2020 relative à la mise en place d'enquêtes dans le secteur des communications électroniques

147. Pour obtenir des données sectorielles agrégées il sera essentiel de lever des éventuelles difficultés de comptabilisation liées aux doubles comptes (par exemple dans les cas de prestation de service entre opérateurs de communications électroniques).

148. Ces émissions renvoient tels que définis par la norme ISO 14064-1 aux scopes 1, 2 et 3 d'émissions GES.

149. La consommation en kWh permet d'analyser la consommation énergétique de l'acteur, sans considération de son empreinte carbone. Elle ne prend donc pas en compte les stratégies de décarbonation du mix énergétique qui peuvent être adoptées par les acteurs (capturée par ailleurs par les émissions de GES) et qui peuvent entraîner des transferts d'impacts sur d'autres critères (consommation de ressources abiotiques, artificialisation des sols, etc.). La consommation en kWh vise à capturer les stratégies d'efficacité énergétique et de sobriété tout en intégrant les effets rebonds éventuellement à l'œuvre (sans les identifier spécifiquement) et pourrait représenter un proxy efficace à d'autres impacts.



L'ensemble de ces données pourrait venir compléter celles déjà recueillies par l'ADEME dans le cadre de l'**article 13 de la loi AGECE**<sup>150</sup>, rendant compte de l'empreinte environnementale de la consommation de données des abonnés sur les accès fixes et mobiles.

Dans un deuxième temps, il serait utile de collecter les **émissions GES** et la consommation électrique des opérateurs **sur les différents segments de réseaux** (accès, collecte, cœur de réseau) **en fonction de la technologie**, notamment d'accès, sous-jacente (3G, 4G, 5G, FttH, ADSL, etc.). Ceci permettrait une compréhension technique plus fine et ainsi une analyse plus pertinente des effets de levier et des actions à entreprendre.

Enfin, dès lors que les opérateurs de communications électroniques commercialisent également des terminaux, il pourrait être pertinent de récolter auprès d'eux un certain nombre d'informations concernant les **modèles d'affaires utilisés et le cycle de vie des équipements distribués**. Ces informations pourraient, par exemple, comprendre le volume de ventes de **terminaux subventionnés, non subventionnés, neufs, reconditionnés**, ainsi que le nombre de **terminaux collectés** par les opérateurs et **leur destination** (reconditionnement, recyclage, etc.).

## > Collecter des données auprès des fabricants d'équipements et de terminaux

### Pourquoi collecter des informations auprès de ces acteurs ?

Comme indiqué ci-avant, la phase de production des terminaux représente l'essentiel de l'empreinte environnementale de ces derniers (86 % des émissions de GES<sup>151</sup> liées aux terminaux sont générées dès la phase de production en 2019). Mettre en place une collecte des données sur les GES par les équipementiers permettrait de correctement identifier les sources d'émission lors de ces processus de production, de suivre leurs évolutions, d'informer les consommateurs et de valoriser les fabricants aux processus de production les moins émetteurs.

La loi AGECE prévoit déjà que les fabricants d'équipements et de terminaux transmettent **des données permettant d'alimenter la construction des indices de réparabilité**<sup>152</sup> **et de durabilité**<sup>153</sup> à partir de janvier 2021 et janvier 2024<sup>154</sup>.

Au-delà, il apparaît pertinent de collecter les données concernant leurs **émissions de GES directes et indirectes et leur consommation électrique en kWh** (cf. *supra*).

Par ailleurs, en complément des indices de réparabilité et de durabilité, un indice de recyclabilité pourrait également être envisagé<sup>155</sup>.

Il pourrait être par ailleurs utile de compléter ces indicateurs par **d'autres indicateurs environnementaux**, par exemple concernant la consommation de ressources limitées (ressources abiotiques, terres rares, etc.), pour avoir une vision plus exhaustive de l'empreinte environnementale de ces acteurs.

D'autres informations concernant les modalités de **maintenance des systèmes d'exploitation** installés sur l'équipement (pouvant jouer sur leur obsolescence), **le cycle de vie de chaque produit** (à minima concernant les principaux paramètres de leur phase de production selon une approche multicritère), **la consommation énergétique effective des équipements allumés ou en veille ou le volume de**

150. Ces données devraient pouvoir atteindre un niveau de précision suffisamment fin pour représenter une information fiable et utile sans pour autant devenir trop complexes à récolter pour les opérateurs. Ce dispositif doit également être suffisamment sécurisé pour ne pas nuire au secret des affaires des opérateurs et pour respecter la vie privée et la liberté des consommateurs.

151. Citizing, *Empreinte carbone du numérique en France : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages ?* juin 2020.

152. Par exemple : disponibilité de la documentation, niveau de facilité de démontage et remontage, outillage nécessaire existant et disponible, potentiel engagement sur durée de disponibilité des pièces détachées, délais de livraison, ratio entre le prix de la pièce et le prix du produit, existence d'un marché concurrent au fabricant.

153. Par exemple : temps moyen entre le début de la réparation et la panne suivante, fréquence et résultats des tests de qualité et des tests d'usure, indice de robustesse et durée de vie estimée des matériaux composites, existence d'un service après ventes ou supports techniques.

154. Les travaux de l'Assemblée Nationale - Commission du développement durable et de l'aménagement du territoire sur le projet de loi adopté relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire ainsi que ceux de Halte à l'Obsolescence Programmée s'avéreraient utiles pour déterminer plus précisément les indicateurs à collecter. - Halte à l'Obsolescence Programmée, *Livre Blanc - 50 mesures pour une consommation et une production durable*, février 2019. - Assemblée Nationale, *Rapport au nom de la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire sur le projet de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire* (n° 2274), novembre 2019. Également : Ministère de la transition écologique et solidaire, « Consultation publique sur un projet de décret en Conseil d'Etat et arrêtés afférents, concernant l'indice de réparabilité obligatoire pour les produits électriques et électroniques », août 2020.

155. Par exemple : taux de collecte des équipements, taux de recyclage par matériaux et équipements, etc.

**produits neufs et reconditionnés vendus** (lorsque les fabricants distribuent certains des terminaux qu'ils produisent) pourraient également être utilement recueillis.

➤ **Collecter des données auprès des fournisseurs de contenu et applications et notamment des fournisseurs de systèmes d'exploitation**

### **Pourquoi collecter des informations auprès de ces acteurs ?**

Les fournisseurs de contenu et d'applications (FCA) développent les services qui deviennent les « usages » des utilisateurs. Ils sont les gestionnaires de la plupart des services consommés sur internet et influent directement sur la consommation des centres de données, des réseaux et des terminaux. Un nombre réduit de FCA concentre la majorité des usages

Les systèmes d'exploitation (OS) installés sur les équipements terminaux rassemblent le plus souvent un grand nombre d'utilisateurs et ont un rôle particulier puisqu'ils définissent les conditions d'accès et certaines conditions de développement des services et applications présents sur les terminaux. Ils génèrent des impacts environnementaux directs (ressources en énergie que les OS sollicitent) et indirects (liés au renouvellement et à la mise au rebut parfois prématurée d'équipements en raison des obsolescences que les logiciels génèrent)<sup>156</sup>.

La mise en place d'une collecte de données concernant les impacts induits par les pratiques des éditeurs de systèmes d'exploitation et des FCA permettrait de mieux appréhender l'empreinte environnementale des services numériques ainsi que l'ampleur de l'effet des obsolescences des terminaux. Cette collecte pourrait également permettre de valoriser les bonnes pratiques d'écoconception.

Concernant les fournisseurs de contenu et applications, il pourrait être utile, une fois encore, que soient récoltées dans un premier temps les données sur les **émissions de GES directes et indirectes et les consommations en kWh** (cf. supra) afin de suivre les évolutions de l'empreinte carbone et de la consommation énergétique associées aux plus dimensionnants d'entre eux.

Il pourrait être utile, dans un deuxième temps, de **préciser cette collecte à un niveau plus granulaire** (en déclinant la collecte d'information précitée par scope et par service numérique) voire d'encourager les FCA à donner une **information individualisée** au consommateur sur l'empreinte environnementale de sa propre consommation de contenus et applications numériques. Ceci dans le même esprit que l'obligation imposée aux opérateurs de communications électroniques dans le cadre de la loi AGEC.

Par ailleurs, des indicateurs permettant d'informer sur le **volume de données nécessaires à l'offre des services numériques proposés** pourraient également représenter une information utile. Dans un premier temps, la consommation moyenne de données pour profiter du service (Go/minute de consommation par exemple) pourrait être une information à rendre transparente. A plus long terme, il pourrait être intéressant de **savoir distinguer**, au sein de ces données nécessaires à la fourniture du service, le **volume de données** mobilisées par le fonctionnement du service mais **qui ne sert pas directement la demande de l'utilisateur** (par exemple le volume de données mobilisées pour les cookies, les publicités vidéo, etc.).

Enfin, ces services pouvant être source de mise au rebut prématurée des terminaux des utilisateurs, des indicateurs relatifs aux **pratiques des éditeurs de systèmes d'exploitation et fournisseurs de contenu et applications** pourraient également être pertinents. Par exemple, dans un premier temps, concernant les fournisseurs d'OS, la consommation électrique moyenne par heure nécessaire au fonctionnement de l'OS, la durée de maintenance des principaux OS en circulation, le nombre et les types de mises à jour poussées ou encore les modèles des terminaux supportés pour les dernières versions d'OS maintenues seraient des informations utiles.

<sup>156</sup>. Les notions d'impacts environnementaux directs et indirects définies ici n'ont pour vocation que d'illustrer les propos tenus dans ce rapport et ne font pas l'objet d'une définition reconnue au-delà de celui-ci. Il n'existe pas à la connaissance de l'Autorité de terminologie précise couvrant les effets décrits ici.

En regard, concernant les fournisseurs de contenu et applications, il pourrait être pertinent de disposer d'indicateurs concernant le nombre d'OS supportés par le service, la possibilité de maintenance du service sur ces différents OS ainsi que sur leurs mises à jour. De tels indicateurs permettraient en effet de mieux appréhender la réalité des obsolescences logicielles et matérielles. Dans un second temps, il pourrait être utile de disposer d'une **analyse de cycle de vie par service**.

### ➤ Collecter des données auprès des gestionnaires ou des opérateurs de centres de données

#### Pourquoi collecter des informations auprès de ces acteurs ?

Les centres de données représentent 14% de l'empreinte environnementale du numérique en France. De nombreux travaux existent concernant les indicateurs permettant d'évaluer l'impact environnemental des centres de données<sup>157</sup> mais un travail de rationalisation s'avèrerait utile pour bien comprendre leur impact et les actions à mettre en œuvre.

De la même manière que pour les autres acteurs, il semblerait pertinent, dans un premier temps, de récolter des données sur les **émissions de GES directes et indirectes et consommation en kWh** (cf. supra) afin de suivre les évolutions de l'empreinte carbone et la consommation énergétique associées aux plus dimensionnants d'entre eux.

Une étude approfondie a été lancée à l'automne 2020 par la Commission européenne pour notamment définir les centres de données, collecter des informations concernant les pratiques actuelles pour l'analyse de leur cycle de vie et améliorer la mesure de l'efficacité de leur consommation en énergie et en ressources<sup>158</sup>. Les résultats de cette étude permettront probablement d'affiner la liste des indicateurs qu'il serait pertinent que ces acteurs restituent.

La consommation énergétique d'un centre de données se répartit entre ses équipements informatiques (serveur, stockage, réseau) et ses autres installations (système de climatisation, ventilation, distribution d'énergie etc.). Dès lors, des

données concernant d'abord la **consommation énergétique des équipements informatiques** pourraient être collectées. Ainsi par exemple, des rapports pointent l'ITEE (*IT equipment efficiency*) qui mesure la consommation énergétique effective des équipements informatiques du centre de données. Il correspond à la capacité nominale de l'équipement informatique divisée par sa consommation énergétique nominale. L'ITEU (*IT equipment utilization*) est un autre indicateur permettant de mesurer cette fois-ci l'efficacité énergétique des équipements informatiques.

Des informations sur la **consommation énergétique des autres installations du centre de données** (système de climatisation, ventilation, distribution d'énergie) pourraient également faire l'objet d'une collecte. Ainsi le **PUE** (*Power usage effectiveness*), déjà mentionné, mesure l'efficacité énergétique d'un centre de données.

Par ailleurs, **des données permettant de compléter une analyse multicritère** selon une approche cycle de vie des installations du centre de données pourraient également être prises en compte afin de rendre compte de l'ensemble de l'impact environnemental des centres de données. Il pourrait aussi être utile d'obtenir dans un premier temps des informations telles que le **WUE** (*Water usage effectiveness*) soit la **quantité d'eau** utilisée annuellement ou des informations sur la **réutilisation de la chaleur fatale**<sup>159</sup> produite par le centre de données. Dans un deuxième temps, des données telles que le **taux de récupération des composants** du centre de données à des fins de recyclage et de réparation, le **taux de réutilisation des matériaux** (que ce soit à destination d'un centre de données ou bien pour une autre application), l'existence d'un **marché secondaire des matériaux** du centre de données, ou encore la **gestion des serveurs « comateux**<sup>160</sup> » pourraient être des éléments intéressants à rassembler.

157. Dinesh Reddy V, Setz B, Rao G. V., Gangadharan G. R., and Aiello M., *Metrics for Sustainable Data Centers*, *IEEE Transactions on sustainable computing*, vol.2, n°3, p.299, juillet-sept.2017. Et notamment la définition suivante : "A green data center is a system in which the mechanical, lighting, electrical and IT equipment are designed for maximum energy efficiency and minimum environmental impact". Murugesan and G. R. Gangadharan, Eds., *Green IT: An over-view*, in *Harnessing Green IT: Principles and Practices*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, ch. 1, pp. 1-21, 2013. R. Basmadjian, et al., *Green data centers, in Large-Scale Distributed Systems and Energy Efficiency: A Holistic View*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, pp. 159-196, 2015.

158. Commission européenne, *Study on greening cloud computing and electronic communications services and networks: toward climate neutrality by 2050*, 2020.

159. Selon la définition retenue par la Programmation pluriannuelle de l'énergie : « *chaleur générée par un procédé qui n'en constitue pas la finalité première, et qui n'est pas récupérée* »

160. Les serveurs « comateux » ou « zombies » représentent des serveurs physiques qui fonctionnent et consomment donc de l'électricité mais qui n'ont aucune communication et ne génèrent aucune ressource de traitement. En d'autres termes, ils sont allumés mais ne sont pas du tout utilisés. La définition de Koomey et Taylor considère un serveur "comateux" après 6 mois d'inactivité réseau, utilisateur, connexions ou CPU (traduction libre). Cf. Koomey J. et Taylor J., *New data supports finding that 30 percent of servers are 'Comatose', indicating that nearly a third of capital in enterprise data centers is wasted*, Oakland, CA: Anthesis Group, 2015. D'après cette étude, 30 % des serveurs physiques seraient « comateux ». Si la virtualisation semblait permettre une meilleure optimisation de l'usage de ces serveurs une étude de 2017 sur un panel plus large incluant notamment pour moitié des centres de données conclut que 30 % des machines virtuelles et 10 % des serveurs virtualisés sont « comateux ».

# Synthèse des indicateurs mentionnés

Les propositions listées ci-dessous ne sont pas définitives, et les acteurs sont invités à réagir sur celles-ci.

Par ailleurs, certains indicateurs proposés pourront être considérés comme prioritaires et d'autres, être collectés dans un second temps.

A la connaissance de l'Arcep, certains des indicateurs mentionnés infra sont déjà disponibles ou des travaux sont en cours. Il sera utile de pouvoir à l'avenir déterminer notamment le niveau de maturité de ces travaux et la capacité à rendre publiques les données produites.

Des indicateurs sur les réseaux, à récolter auprès des opérateurs



## → Emissions de GES

- Dans un premier temps : par scope
- Dans un deuxième temps : par segment de réseaux (cœur, collecte, accès) et par sous technologie d'accès (2G, 3G, 4G, ADSL, Fibre, Câble etc.)

## → Consommation électrique (KWh)

- Dans un premier temps : pour l'ensemble du réseau
- Dans un deuxième temps : par segment de réseaux (cœur, collecte, accès) et par sous technologie d'accès (2G, 3G, 4G, ADSL, Fibre, Câble etc.)

## → Consommation électrique des box dans l'année

- Dans un premier temps : par modèle de box
- Dans un deuxième temps autres facteurs d'empreinte environnementale

## Des indicateurs pour les terminaux,

à récolter auprès des principaux fabricants, distributeurs, opérateurs ou acteurs du reconditionnement en fonction de l'indicateur



## Empreinte carbone et consommation électrique

### → Emissions de GES

- Dans un premier temps : par scope
- Dans un deuxième temps : par modèle de terminal mis sur le marché

### → Consommation électrique (KWh)

- Dans un premier temps : lors de la phase de production
- Dans un deuxième temps : par modèle de terminal mis sur le marché en veille et allumé

### Autres impacts environnementaux

- Dans un premier temps : volume de terminaux vendus par catégorie (neufs/reconditionnés et subventionnés/nus)
- Dans un premier temps : volume de collecte/recyclage
  - Volume de terminaux collectés par acteurs dont volume de terminaux effectivement reconditionnés, volume de terminaux recyclés et volume non traités (jetés)
  - Volume de matière recyclée

### → Indicateurs permettant la construction des indices de réparabilité et de durabilité, rendus obligatoires par la loi AGEC pour 2021 et 2024

- Dans un deuxième temps autres facteurs d'empreinte environnementale

**Des indicateurs pour les OS, les contenus et des applications,**  
à récolter auprès des fournisseurs les plus structurants



**Autres impacts environnementaux**

→ **Volume de données**

- Dans un premier temps : volume total de données stockées et transmises
- Dans un deuxième temps : volume total de données par service - dont volume de données principales et volume de données non sollicitées par l'utilisateur (cookies, pub, etc.)

→ **Pratiques des FCA :**

- Dans un premier temps : nombre d'OS supportés par service numérique
- Nombre de mises à jour proposées (dont nombre de mises à jour évolutives et nombre de mises à jour correctives) par service numérique

→ **Pratiques des éditeurs d'OS :**

- Dans un premier temps : durée de maintenance des principaux OS en circulation par acteur
- Nombre de mises à jour proposées (dont nombre de mises à jour évolutives et nombre de mises à jour correctives) par acteur
- Dans un second temps : **Analyse de cycle de vie par service**

**Empreinte carbone et consommation électrique**

→ **Emissions de GES**

- Dans un premier temps : au global
- Dans un deuxième temps : par scope et par service numérique

→ **Consommation électrique (KWh)**

- Dans un premier temps : par fournisseur
- Dans un deuxième temps : par service numérique

**Des indicateurs pour les centres de données,** à collecter auprès des opérateurs ou gestionnaires des centres de données les plus structurants



**Consommation énergétique**

→ **Emissions de GES**

- Dans un premier temps : en France et par scope

→ **Consommation électrique (KWh)**

- Dans un premier temps : en France

→ **ITEE**

- Dans un premier temps : en France en moyenne par acteur

→ **PUE**

- Dans un premier temps : en France en moyenne par acteur

**Autres impacts environnementaux**

• **Dans un premier temps :**

- Quantité d'eau consommée : WUE (*Water usage effectiveness*)
- Réutilisation de la chaleur fatale produite par le centre de données.

• **Dans un second temps :**

- Taux de collecte des composants du centre de données à des fins de recyclage, de réparation, et de reconditionnement.
- Taux de réutilisation des matériaux, pour un centre de données ou une autre application
- Gestion des serveurs « comateux »



## 3.2

### Mieux intégrer l'enjeu environnemental dans les actions de l'Arcep dans sa dimension « architecte des réseaux d'échanges comme bien commun »

Afin que les réseaux d'échanges poursuivent leur développement comme un « bien commun », l'Autorité souhaite aujourd'hui intégrer plus largement la question environnementale dans son action quotidienne et en faire un nouveau chapitre de sa régulation.

Pour ce faire, l'Arcep souhaite **objectiver les performances comparées des technologies** sur lesquelles il n'existe pas toujours de réponses claires (3.2.1) et **encourager la transition** des réseaux fixes, en particulier cuivre, vers la fibre, infrastructure de référence dont l'efficacité énergétique est bien supérieure (3.2.2). Concernant le mobile en particulier, il est encore nécessaire de **clarifier plusieurs enjeux** (3.2.3). Enfin, et comme évoqué en première partie, les transitions numérique et écologique dépassent toutes deux le cadre national et nécessitent donc **d'agir au niveau européen et international** (3.2.4).

#### 3.2.1 Objectiver les performances comparées des différentes technologies

Comme mentionné au 1.1.2, la performance énergétique des différentes technologies, qu'elles soient fixes ou mobiles, a déjà donné lieu à plusieurs évaluations comparées. **Ainsi, les technologies les plus récemment déployées sont considérées comme plus efficaces que les anciennes technologies** : la fibre consomme moins que l'ADSL sur le réseau

d'accès ; de même la 5G est conçue de sorte à permettre aux réseaux mobiles de consommer moins d'énergie par Go transmis que la 4G, la 4G moins que la 3G et la 3G moins que la 2G. Par ailleurs, **les réseaux filaires sont considérés comme plus efficaces sur le plan énergétique que les réseaux mobiles.**

**Les évaluations de consommation énergétique absolue de chaque technologie ne forment toutefois pas consensus.** En effet, les conclusions d'une analyse peuvent varier fortement en fonction de l'approche retenue : une approche prenant la consommation énergétique totale de la technologie en question divisée par la quantité de données qui y circulent ne prendra pas forcément en compte que la technologie a une consommation incompressible même à trafic nul, et que la consommation énergétique n'est donc pas directement proportionnelle au volume de données consommées.

Ainsi **une comparaison précise des performances énergétiques entre les technologies n'est pas évidente et nécessite une approche fine**, tenant compte notamment de la dépendance ou non des performances au trafic écoulé ou bien encore, de la maîtrise ou non des « chemins » empruntés par les données selon les cas d'usage.

Par ailleurs, ces évaluations de performances énergétiques « en silo », technologie par technologie, présentent des limites. Elles ne tiennent pas compte de l'historique de déploiement des

différentes technologies sur réseaux fixes et mobiles, des cas d'usage spécifiques associés, des degrés de substituabilité entre technologies ou bien encore de l'état des lieux du marché associé à chaque technologie et notamment aux équipements installés.

**Il convient donc de compléter ces évaluations unitaires par une approche globale des technologies et des réseaux, afin de développer, en jouant sur leurs complémentarités et concurrences, les moyens d'articuler connectivité, résilience et sobriété.**

### 3.2.2 Encourager la transition des réseaux fixes vers la fibre

#### > Choisir nos réseaux

Concernant les réseaux fixes, la France s'est dotée dans les années 1970 d'un réseau en cuivre couvrant intégralement son territoire, servant historiquement de support aux services de téléphonie et par la suite à l'internet haut débit et à la télévision. Il y a dix ans, les opérateurs ont décidé de déployer des réseaux en fibre optique jusqu'à l'abonné (*Fibre to the Home – FttH*) permettant de bénéficier d'une connexion internet très haut débit et de répondre aux autres besoins filaires (télévision et téléphonie fixe).

La fibre présente un impact environnemental amélioré par rapport au réseau cuivre (ADSL ou RTC<sup>161</sup>) s'agissant de la consommation énergétique de l'infrastructure. La consommation de la fibre est ainsi estimée comme trois à quatre fois moindre que pour une ligne cuivre<sup>162</sup>. Ce bénéfice concerne uniquement la partie réseau, et pourrait être nuancé par la consommation énergétique des équipements terminaux (box internet) raccordés à la fibre. Celle-ci peut en effet être supérieure à celle des équipements raccordés au cuivre<sup>163</sup>, en raison par exemple d'un nombre de fonctionnalités embarquées plus important ou d'un débit et d'une consommation de données supérieurs.

**La transition vers la fibre devrait permettre à terme d'assurer une meilleure empreinte environnementale des réseaux fixes tout en requérant une vigilance particulière afin de s'assurer qu'elle ne s'accompagne pas d'une obsolescence et d'une consommation**

**énergétique trop importante des terminaux des utilisateurs.**

C'est dans ce contexte que l'Arcep a constaté une accélération des déploiements des réseaux de fibre optique ainsi que l'accroissement du nombre d'abonnés sur fibre, confortant l'Autorité dans la définition d'un cadre favorable à l'amplification de ce mouvement global, et **la préparation d'un passage de témoin désormais crédible entre le cuivre et la fibre, nouvelle infrastructure fixe de référence.**

La coexistence de deux réseaux fixes à couverture nationale n'est en effet pas viable économiquement, et représenterait en outre une surconsommation en matière à la fois d'énergie et de ressources. Dans son nouveau cycle de régulation (2021-2023), et conformément à ses objectifs nationaux et européens de régulation, l'Arcep entend ainsi favoriser et encadrer cette transition, qui reste à l'initiative d'Orange<sup>164</sup>, propriétaire du réseau cuivre. Elle y incite par exemple les opérateurs à basculer vers la fibre lorsque celle-ci est disponible, tout en étant vigilante à ce que cette transition préserve le jeu concurrentiel et ne laisse aucun utilisateur de côté.

S'il est inévitable que cette phase de transition entre le cuivre et la fibre se caractérise par la coexistence momentanée de deux réseaux filaires, l'Autorité estime que le **projet d'Orange**, dont elle se félicite et qu'elle tient à saluer dans son principe, **reste encore largement à qualifier pour répondre aux inconnues qu'un tel chantier soulève.** Il importe de s'assurer, pour éviter que cette situation ne se prolonge, qu'Orange puisse s'inscrire dans le calendrier qu'il a lui-même défini, à savoir une mise en œuvre progressive de la fermeture technique de son réseau dès 2023 et s'achevant en 2030.

161. Le réseau téléphonique commuté (RTC) est la technologie historique du service téléphonique fixe (téléphone branché directement à la prise en « T »). Orange a pris la décision d'arrêter la commercialisation et l'exploitation de cette technologie en raison de son obsolescence. Elle devient de plus en plus difficile à maintenir car les fournisseurs ne fabriquent ou ne fabriqueront bientôt plus les équipements nécessaires au fonctionnement du réseau. Voir glossaire.

162. Arcep, Réseaux du futur - L'empreinte carbone du numérique, p.4, octobre 2019.

163. Lambert S. et al., *Worldwide electricity consumption of communication networks*, décembre 2012, cité dans le rapport : France Stratégie, *Maîtriser la consommation énergétique du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas*, octobre 2020.

164. Concernant le réseau cuivre, Orange a annoncé la mise en œuvre progressive de la fermeture technique de son réseau dès 2023.

## ➤ Optimiser les réseaux

Par ailleurs, au-delà des problématiques liées à la coexistence de deux réseaux basés sur des technologies différentes abordées ci-dessus, se pose **la question, pour une même technologie (ex : cuivre ou fibre), de l'optimisation de son utilisation par plusieurs acteurs.**

Dans sa régulation du fixe, l'Arcep a toujours veillé à favoriser, lorsque cela était possible, **un recours à des stratégies de mutualisation entre acteurs ou de réutilisation des infrastructures existantes.** Cette approche permet aux déploiements d'être plus efficaces non seulement sur le plan économique mais également sur le plan environnemental puisqu'elle limite les duplications d'empreinte entre les opérateurs, qui n'ont pas besoin de construire chacun intégralement leur réseau pour proposer leurs services aux utilisateurs. Concernant les réseaux cuivre et fibre, la régulation de l'Arcep prévoit ainsi que la partie terminale (c'est-à-dire la partie la plus proche de l'utilisateur final, soit la plus grande partie du réseau en nombre de kilomètres cumulés) des réseaux cuivre et fibre soit mutualisée entre les opérateurs.

Certains participants à la plateforme ont, en outre, spécifiquement souligné l'importance pour le secteur de mieux identifier **le rôle des infrastructures de génie civil dans l'empreinte environnementale.** Ces infrastructures (poteaux aériens, conduites souterraines, etc.) appartiennent dans leur très grande majorité à Orange et ont été historiquement utilisées lors du déploiement du réseau en cuivre. Le caractère essentiel et non-répliquable de ce patrimoine a amené l'Arcep à réguler depuis 2008 l'accès aux infrastructures de génie civil d'Orange. Les obligations d'accès imposées à Orange assurent ainsi un recours efficient de la part des opérateurs déployant des réseaux aux 560 000 km de conduites souterraines et plus de 13 millions de poteaux déjà installés. Cela évite ainsi la duplication d'une infrastructure dont l'emprise sur le territoire représente un niveau de capillarité extrêmement fin. Pour les nouveaux déploiements, l'Arcep entend rester attentive au développement de techniques innovantes, comme les micro-tranchées sous chaussée, susceptibles de limiter l'empreinte environnementale des travaux de déploiement de génie civil.

Elle pourra en particulier mobiliser le comité d'experts pour la boucle locale en fibre optique<sup>165</sup> lorsque cela est pertinent.

D'autres initiatives ou enjeux ont été évoqués lors de certains échanges :

- l'anticipation des travaux de génie civil pour mutualiser les manipulations à l'occasion d'une seule intervention, et ainsi ne pas avoir à rouvrir régulièrement des tranchées par manque de communication entre acteurs. Cette solution est d'autant plus importante dans le cas de sites remarquables ou de difficultés administratives à obtenir le droit de faire des travaux ;
- une meilleure gestion des consommables et des emballages lors des interventions de raccordement effectuées par les opérateurs et les sous-traitants, dans le but notamment de réduire les déchets générés et de s'assurer de leur recyclage.

L'Arcep propose **d'aborder ces pratiques avec les opérateurs, notamment dans le cadre des groupes de travail qu'elle anime sur les problématiques liées à l'accès au génie civil et à l'exploitation des réseaux en vue de déterminer si des règles de bonne conduite ne pourraient pas être définies.**

**Enfin, l'Arcep propose également d'aborder, dans ces groupes de travail avec les opérateurs, en écho aux préoccupations exprimées à plusieurs reprises dans le cadre des ateliers de la plateforme « Pour un numérique soutenable », la question de l'opportunité de mettre en œuvre des mécanismes de mise en veille automatique des box des opérateurs à certains horaires ou en cas de non utilisation de celles-ci pendant des plages horaires prolongées.**

<sup>165</sup>. Le comité d'experts pour la boucle locale en fibre optique est chargé d'émettre des avis sur les dispositions techniques devant être respectées lors du déploiement de réseaux FTTH, ainsi que sur leurs modalités de déploiement et d'utilisation. Arcep, « Les travaux du comité d'experts fibre », mis à jour le 18 septembre 2020. <https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-fixes/la-fibre/les-travaux-du-comite-dexperts-fibre.html>.

### 3.2.3 Clarifier les enjeux sur les réseaux mobiles

➤ **L'extinction des réseaux 2G et/ou 3G : une solution peu évidente et dont l'impact demande à être mieux évalué**

La croissance de la consommation de données mobiles et l'augmentation des besoins capacitaires font peser une charge importante sur les réseaux mobiles. Les technologies plus anciennes (2G et 3G) ne permettent pas de répondre à ces usages haut débit, mais demeurent en service en parallèle du déploiement de nouvelles générations de réseaux (4G et 5G). Or, ces nouvelles technologies sont plus efficaces énergétiquement, c'est-à-dire qu'elles permettent de consommer moins d'énergie pour une quantité de trafic identique. Le sens du développement des réseaux va sans doute vers une extinction à terme des technologies 2G et/ou 3G, mais la question du calendrier se pose encore.

La réponse est complexe, comme en témoigne la diversité des arguments échangés entre les participants de l'atelier 3 « Choisir nos réseaux pour un numérique soutenable ». **En particulier, un certain nombre de préalables doivent être réunis avant une extinction, au risque de se faire sinon au détriment de certains usages.**

En effet, **les réseaux d'anciennes générations répondent à des besoins encore significatifs**. Sur les marchés Grand Public et Entreprise, un quart des clients mobiles ne se connectent encore aujourd'hui qu'en 2G ou 3G, et **des terminaux uniquement 2G continuent d'être commercialisés** sur le marché car ils répondent à des besoins spécifiques (téléphones sans connectivité data, simples d'utilisation...). Par ailleurs, **une part importante des appels est encore écoutée sur les réseaux 2G et 3G** (en 2019, environ 80 % des minutes de communication transitaient par les réseaux 2G ou 3G – 14 points de moins qu'en 2018<sup>166</sup>), notamment du fait que de nombreux terminaux 4G en circulation ne supportent pas la technologie VoLTE (voix sur technologie LTE), qui permet d'acheminer les appels sur les réseaux 4G. **Sur le marché M2M** (*machine-to-machine*), qui représente 20 millions d'objets communicants avec des besoins de faible

connectivité, **l'essentiel des cartes SIM sont attachées aux réseaux 2G et 3G pour des usages SMS, échanges de données limités et voix** (équipement automobile pour les appels d'urgence, terminaux de paiements, capteurs et modules de commande, téléphone d'ascenseurs, etc.). Plusieurs dizaines de millions de terminaux ne fonctionnent donc aujourd'hui qu'en 2G et 3G, une situation en attrition lente. **Une extinction à brève échéance des réseaux 2G ou 3G supposerait ainsi le remplacement de plusieurs dizaines de millions de terminaux, ce qui aurait un coût environnemental qu'il conviendrait de mieux appréhender.**

**De plus, si au plan micro, une extinction peut être intéressante en termes de réduction de l'empreinte environnementale, au plan macro, le niveau de l'impact reste à qualifier.**

En effet, le trafic en 2G et 3G s'est progressivement réduit avec le développement de la 4G et la volonté des opérateurs de réduire leur utilisation (près de 90 % du trafic de données sur les réseaux mobiles est réalisé en 4G). Ces technologies ont été éteintes sur plusieurs bandes de fréquences ; une seule bande sur six demeure à présent utilisée en 2G et 3G. Ces technologies consomment donc relativement peu de ressources par rapport au reste du réseau et cette consommation continue de baisser.

Deux autres idées sont à considérer :

- d'abord, l'équivalent du trafic résiduel sur la 2G et sur la 3G devrait encore être acheminé par une autre technologie (il n'y aurait pas disparition mais conversion du trafic) ;
- ensuite, les exemples étrangers d'extinctions montrent une réallocation des ressources fréquentielles libérées à des technologies plus récentes afin de mieux servir en connectivité l'intérieur des bâtiments et les zones rurales. En tout état de cause, de nombreux équipements réseaux « consommateurs » sont aujourd'hui multi-technologies, c'est-à-dire que l'extinction ne modifie qu'à la marge leur fonctionnement, et donc la facture énergétique associée tant qu'il n'y a pas changement de ces équipements.

L'impact environnemental d'une extinction de technologie est ainsi complexe à évaluer. Au regard de ces éléments, l'extinction des technologies 2G et 3G doit rester une perspective mais sa portée doit être relativisée et sa difficulté de mise en œuvre prise en compte. Pour aller plus loin, l'Autorité souhaite notamment :

- **affiner l'analyse des impacts positifs et négatifs d'une extinction et des freins opérationnels à celle-ci** ; le sujet de la réglementation européenne des appels d'urgence depuis les véhicules, en particulier, mérite examen approfondi, en lien avec le Gouvernement ;
- **lever les barrières possibles et s'assurer que les bonnes incitations sont mises en place.**

**> Ajouter la dimension environnementale dans la caractérisation de la performance des réseaux mobiles, aux yeux des consommateurs**

Les déploiements de réseaux mobiles sont aujourd'hui largement guidés par des objectifs de couverture (zones rurales, *in-door*, etc.) et de qualité de service pour l'utilisateur. L'opérateur dimensionne son réseau par rapport à ces objectifs, et cela structure en grande partie l'impact environnemental des réseaux. **Il y a ainsi une conciliation à trouver entre impact environnemental et qualité de service/couverture.** Cela illustre le défi de l'articulation entre nos choix de société (ex : couverture toujours plus large du territoire et réduction de l'empreinte environnementale).

L'information aux utilisateurs porte d'ailleurs aujourd'hui essentiellement sur la couverture et la qualité de service proposées par les opérateurs. Des baromètres de couverture ou qualité de service sont publiés par de nombreux acteurs. L'Arcep réalise également chaque année une campagne de mesure de la qualité de service afin de mesurer la performance des réseaux des opérateurs dans les différents types de zones en France (zones denses, moyennement denses, zones rurales). Cette enquête inclut des tests de débit, pour différents usages tels que le web, le streaming et la voix.

Les résultats de ces mesures revêtent un enjeu très important pour les opérateurs dans la mesure où ils influencent les choix des consommateurs. L'opérateur est ainsi incité à déployer et configurer son réseau afin d'obtenir les meilleurs « scores » selon les indicateurs issus de ces mesures. En l'absence d'une information complète de l'utilisateur, cette approche n'est pas de nature à encourager les développements d'initiatives visant à réduire l'impact environnemental des réseaux (par exemple la mise en veille des réseaux lors des heures creuses).

Ceci appelle à repenser l'information de l'utilisateur en mettant en regard les performances de qualité de service des opérateurs et des indicateurs relatifs à l'impact environnemental. Ces publications permettraient aux utilisateurs de choisir leurs réseaux également en fonction des efforts environnementaux des opérateurs.

**A son niveau, l'Arcep propose d'étudier en 2021 un ajout de la dimension environnementale dans ses enquêtes annuelles de qualité de service des réseaux mobiles en lien avec les opérateurs et les acteurs de la mesure.**

**> Optimiser les réseaux mobiles**

Au-delà des questions de dialectique entre couverture/qualité de service et impact environnemental évoquées *supra*, **l'Arcep propose d'étudier**, en lien avec les acteurs intéressés, **les solutions d'optimisation de l'impact environnemental des réseaux mobiles à moyen ou long terme.**

**Elle propose d'examiner en priorité les questions de mutualisation et de meilleur usage possible des fréquences qui semblent les plus intéressantes en termes de réduction de l'empreinte.**

La mutualisation accrue des réseaux mobiles (à différents niveaux dans les réseaux) pourrait être un levier de réduction de l'empreinte environnementale, notamment en zones rurales où la charge du réseau est plus faible. Si l'Arcep a, ces dernières années, largement favorisé le développement de la mutualisation, le sujet pourrait être encore approfondi, en évaluant les potentiels gains environne-



mentaux, tout en prenant en compte la nécessité d'un équilibre de nature à favoriser la concurrence entre opérateurs. Des questions nouvelles sur l'opportunité d'une mutualisation vont par ailleurs se poser avec le développement futur de ce qu'on appelle le *edge computing*<sup>167</sup> (le déploiement des ressources de calcul et de stockage des données de plus en plus près des utilisateurs).

L'optimisation de l'usage des fréquences est également un levier qui pourrait s'avérer majeur. En effet, le réseau d'accès représente près de 80 % de la consommation énergétique totale des réseaux<sup>168</sup> et 70 % de cette consommation relève du réseau d'accès mobile en particulier<sup>169</sup>. Cet impact dépend en partie des choix d'allocation des fréquences entre opérateurs : par exemple, à quantités de fréquences égales, l'allocation de fréquences contiguës peut être bien plus vertueuse au plan environnemental que l'allocation de fréquences fragmentées dans différentes bandes. Le sujet est d'autant plus d'intérêt qu'au cas présent, l'enjeu environnemental et l'amélioration de la qualité peuvent se rejoindre.

**L'étude pourra être progressivement étendue aux principales solutions pouvant servir de leviers de réduction de l'empreinte environnementale.** Le cas échéant, l'Autorité pourra utiliser les outils de régulation dont elle dispose dès à présent pour en favoriser l'application ou l'usage à bon escient.

Concrètement, au cours des ateliers de la plateforme « Pour un numérique soutenable », de nombreuses solutions ont été évoquées. Elles peuvent se répartir en deux catégories :

- les leviers physiques relatifs à l'infrastructure et aux aspects matériels pour façonner l'architecture des réseaux ;
- les leviers logiques relatifs à la façon d'opérer les réseaux pour optimiser leur fonctionnement et leur efficacité.

Du côté des leviers physiques ont été notamment cités :

- les évolutions structurantes comme le *edge computing* ou le cloud-RAN<sup>170</sup>, permettant un choix entre une architecture de réseau distribuée ou centralisée ;
- le recours aux petites cellules (*small-cells*) qui peut, dans certains cas, aboutir à des architectures de réseau plus efficaces sur le plan environnemental (ex : couverture *indoor* par une petite cellule plutôt que par une cellule à forte puissance *outdoor*) ;
- la mutualisation accrue des réseaux entre les opérateurs.

Du côté des leviers logiques ont été notamment cités :

- la mise en veille des équipements des réseaux ;
- l'automatisation, l'optimisation et l'auto reconfiguration des réseaux basées sur l'intelligence artificielle et l'apprentissage ;
- la virtualisation, la logicialisation des réseaux et à terme leur « cloudification ».

A ce jour, tous ces sujets relativement novateurs nécessitent un approfondissement des études pour quantifier leurs capacités à réduire l'empreinte environnementale leur maturité/capacité de maîtrise par les acteurs concernés (opérateurs de réseau en premier lieu) et leurs limites.

Par ailleurs, dès lors qu'ils sont par nature tous intrinsèquement liés au déploiement et à la bonne marche des réseaux, l'analyse de ces leviers appelle une vision intégrante également une dimension technique et économique.

De plus, une idée importante est que ce n'est bien souvent pas la solution évoquée en elle-même qui est facteur de réduction de l'empreinte environnementale mais plutôt l'utilisation qui en est faite. A cet égard, l'analyse pourra également utilement apprécier les bonnes modalités de mise en œuvre et, partant de là, les bonnes incitations à mettre en place.

167. Voir glossaire

168. Arcep, Réseaux du futur - Empreinte carbone du numérique, octobre 2019.

169. France Stratégie, Maîtriser la consommation du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas, octobre 2020

170. Cloud-RAN ou C-RAN (*Cloud Radio Access Network*) est une architecture de réseau radio d'accès centralisée et basée sur les technologies de la virtualisation et du cloud, elle permet un déploiement efficace à large échelle et collaboratif des technologies radios et de leur virtualisation. Plusieurs initiatives sont actuellement en cours en vue de standardisation. Voir glossaire.

### > Vers une optimisation des interventions sur les réseaux lors des déploiements pour réduire l'impact environnemental ?

D'autres initiatives ou enjeux ont été évoqués lors de certains échanges et rejoignent les préoccupations exprimées sur les réseaux fixes, concernant notamment l'anticipation des travaux de génie civil en vue de mutualiser les interventions et ne pas rouvrir régulièrement de tranchées. Cet enjeu existe également au niveau des réseaux mobiles dans le cadre des déploiements de réseaux de collecte. De même, la dimension paysagère a été évoquée comme pouvant être mieux prise en compte. **L'Arcep propose d'aborder ces sujets dans ses groupes de travail avec les opérateurs.**

### 3.2.4 Agir au niveau européen et international

Les transitions numérique et écologique sont deux transformations qui dépassent le cadre national et nécessitent une cohérence internationale et nationale entre les différents niveaux normatifs de référence et les initiatives.

Par exemple, la prise en compte des enjeux environnementaux doit concerner l'ensemble des parties prenantes de l'écosystème d'internet qui sont pour la majeure partie transnationales. Pour les réseaux de communications électroniques, leur régulation repose historiquement sur une coordination et harmonisation au niveau international et européen. **Ces différents échelons apparaissent donc essentiels à la construction de méthodes et d'indicateurs communs et à la mise en place d'une stratégie globale engageant tous les acteurs.**

**Au niveau international**, l'UIT a initié des travaux notamment au sein du sous-groupe Q9/5 « *Climate change and assessment of information and communication technology (ICT) in the framework of the Sustainable Development Goals (SDGs)* » de la Commission n°5. Ces travaux ont vocation à produire des recommandations visant à définir des cadres méthodologiques robustes et communs pour mesurer l'impact environnemental du secteur du numérique qui doivent être incorporés dans les travaux à l'échelle nationale.

De son côté l'OCDE a publié fin novembre 2020 les perspectives de l'économie numérique (« *digital economy outlook* ») dans lesquelles elle reconnaît que le numérique présente à la fois des opportunités mais aussi des défis du point de vue environnemental. Alors que les technologies numériques peuvent soutenir la croissance verte (villes ou infrastructures intelligentes...), elles peuvent aussi être sources d'impacts négatifs sur l'environnement notamment concernant la demande soutenue en matières premières, en énergie ou encore la prolifération de déchets électroniques. Des travaux dans ce domaine pourraient être entrepris dans les prochains programmes de travail de l'OCDE, notamment au sein du groupe de travail sur les politiques d'infrastructure et de services de communication (GTPISC).

S'agissant plus précisément des initiatives de l'ONU concernant le numérique, on peut noter que le dernier forum sur la gouvernance de l'internet (IGF-2020) a vu pour la première fois le thème de l'environnement être inscrit comme thème principal du forum aux côtés d'autres thèmes tel que les données ou l'inclusion. La diversité des acteurs qui contribuent à ce forum en font un endroit privilégié pour échanger et promouvoir des bonnes pratiques en matière environnementale.

**Au niveau européen**, le niveau d'harmonisation des politiques environnementales et numériques impose une forte coordination entre États membres et leurs régulateurs. Ce sont les textes européens qui ont posé de premières exigences environnementales au secteur et notamment la réglementation existante en matière d'écoconception<sup>171</sup>, d'efficacité énergétique<sup>172</sup> et de traitement des déchets des équipements électriques et électroniques (DEEE)<sup>173</sup>. Plus récemment, la maîtrise de l'impact environnemental du numérique a été identifiée par la Commission européenne comme une condition essentielle à l'atteinte des objectifs environnementaux du Pacte vert<sup>174</sup>. L'exécutif européen a ainsi annoncé mener plusieurs travaux visant au renforcement du cadre existant avec notamment l'élargissement de l'application de la direction éco-conception aux terminaux, des efforts quant à la durabilité et réparabilité des équipements ou encore à l'amélioration de la collecte et du traitement des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)

171. Directive-cadre 2009/125/CE relative à l'écoconception <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0125>

172. Directive 2002/91/CE sur l'efficacité énergétique <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=celex:32002L0091>

173. Directive 2012/19/UE relative au DEEE <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:fr:PDF>

174. Communication de la Commission européenne, « Un nouveau plan d'action pour l'économie circulaire », mars 2020.

en encourageant la réutilisation des appareils portables et chargeurs. De nouvelles normes environnementales pour les marchés publics écologiques sont également en cours de rédaction au moment de l'écriture de ce rapport et le 25 novembre 2020, le Parlement européen adoptait une résolution<sup>175</sup> pressant la Commission de prendre des mesures pour améliorer la circularité des chaînes de valeur. La résolution comporte trois propositions de stratégie : la lutte contre les obsolescences et l'amélioration de l'information des utilisateurs vers des modes de production et de consommation durables, une stratégie de la réparation, le déploiement d'une stratégie globale vers une économie du réemploi et de la réutilisation. Une attention particulière est donnée aux biens comportant une dimension numérique avec un accent sur la responsabilité des logiciels (point 7 de la résolution). Les critères nécessaires à la constitution d'un véritable marché numérique unique plaident ainsi en faveur d'une approche harmonisée.

Les réflexions actuelles spécifiques à l'impact environnemental des communications électroniques établissent l'organe des régulateurs européens (BEREC) comme une instance de dialogue et de coordination privilégiée pour assurer l'élaboration de bonnes pratiques adaptées à la réalité du secteur et une mise en œuvre à la hauteur des ambitions environnementales de l'UE. La Commission a déjà indiqué qu'elle évaluerait la nécessité de renforcer la transparence des données environnementales dans le secteur des communications électroniques afin de permettre aux utilisateurs finaux de mieux orienter leur choix de consommation<sup>176</sup> et une boîte à outils pour promouvoir la connectivité en intégrant pour la première fois des critères environnementaux<sup>177</sup>. Les échanges réguliers du BEREC et de ses membres avec les opérateurs et la forte implication des régulations nationales dans sa gouvernance sont des atouts majeurs pour accompagner ces premières initiatives.

---

175. Résolution du Parlement européen du 25 novembre 2020 Vers un marché unique plus durable pour les entreprises et les consommateurs (2020/2021(INI)).

176. Communication de la Commission européenne, « Le pacte vert pour l'Europe », décembre 2019.

177. La Commission européenne a publié le 21 septembre 2020 une recommandation visant à promouvoir les investissements dans les réseaux très haut débit et proposant une boîte à outils pour réduire les coûts de déploiement. Au point 3. (16) les Etats membres sont encouragés au développement de meilleures pratiques et d'incitations en faveur d'une réduction de l'impact environnemental du déploiement des réseaux.

## 3.3

### Renforcer les incitations des acteurs économiques et des utilisateurs

Au-delà des seuls réseaux, il est important d'assurer une prise en compte de l'enjeu environnemental par l'ensemble de l'écosystème. Il est ainsi tout d'abord essentiel de renforcer les incitations, tant des acteurs économiques que des utilisateurs à accélérer leur prise en compte de cet enjeu, au travers notamment de nouveaux mécanismes incitatifs.

Cette approche doit bien évidemment adresser la question des terminaux dont le renouvellement fréquent représente l'empreinte environnementale la plus significative pour le secteur (3.3.1). Les éditeurs de services numériques dont l'activité est indissociable des infrastructures réseaux et centres de données devraient également être encouragés à des pratiques plus responsables en matière environnementale (3.3.2). Concernant les opérateurs de centres de données, qui ont fournis des efforts pour contenir leur consommation énergétique dans un contexte d'accroissement significatif des usages ces dernières années, une expertise plus fine reste à construire pour mieux comprendre leur empreinte environnementale et identifier les bons leviers pour poursuivre les efforts (3.3.3).

La collecte d'information exposée précédemment (3.1) doit alimenter des outils de régulation par la donnée pour mieux informer les utilisateurs, les aider dans leurs choix de consommation et ainsi leur fournir les bonnes incitations (3.3.4).

#### 3.3.1 Inciter à la limitation des renouvellements de terminaux

Comme vu précédemment, **les terminaux ont une place prépondérante dans l'empreinte environnementale du numérique**<sup>178</sup>. Les smartphones, par exemple, ont une durée de vie estimée à 23 mois<sup>179</sup>. Dans une situation où l'Europe a annoncé vouloir élargir la directive écoconception à de nouveaux types de terminaux<sup>180</sup> et où le recyclage reste une solution de dernier recours et à l'efficacité limitée<sup>181</sup>, **limiter le renouvellement des terminaux et donc prolonger leurs durées de vie et d'utilisation apparaît comme un levier d'action important.**

Lors des travaux dans le cadre de la plateforme « Pour un numérique soutenable » **trois types d'obsolescence ont fait l'objet de réflexions spécifiques (notamment au cours de l'atelier 2 « Lutter contre les obsolescences pour un numérique soutenable »)** :

- l'obsolescence matérielle, causée par une usure, une casse et souvent une impossibilité de réparer ;
- l'obsolescence logicielle, causée par un non support des logiciels utilisés par le téléphone ou par une incompatibilité des nouvelles versions des logiciels ou des systèmes d'exploitation avec les capacités du téléphone ;
- l'obsolescence culturelle, jouant sur les comportements des utilisateurs qui changeraient leurs terminaux plus souvent que nécessaire, par habitude, souhait d'être à la mode, ou du fait de pratiques commerciales ou publicitaires incitatives à un renouvellement très fréquent du téléphone.

178. Les terminaux constituent 80% de l'empreinte carbone du numérique en France. Citizing, *Empreinte carbone du numérique en France : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages ?*, juin 2020.

179. Ibid.

180. La directive européenne de 2009 sur l'écoconception s'applique pour le moment aux « produits liés à l'énergie » et considère les ordinateurs ou les télévisions mais pas les smartphones ou box. Néanmoins la Commission a communiqué sur sa volonté d'élargir le champ d'application de la directive au cours de son plan de travail 2020-2024.

181. France Stratégie, *La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé*, juin 2020. « La quasi-totalité des petits métaux, et notamment les terres rares, n'est quasiment pas recyclée. Or le secteur numérique mobilise de nombreux petits métaux pour ses fonctions high-tech ».

Il revient maintenant de déterminer la manière par laquelle activer ce levier pour jouer de manière complémentaire sur les pratiques des acteurs économiques et les habitudes des utilisateurs, pour lui donner une efficacité réelle.

### > **Inciter les fabricants et fournisseurs d'OS à accroître la durabilité des terminaux mis en circulation**

**Concernant l'obsolescence matérielle, la loi AGEC, obligera les entreprises<sup>182</sup> à publier des indices de réparabilité et durabilité à destination des consommateurs.**

Par ailleurs, le Parlement européen a adopté le 25 novembre 2020 une résolution qui demande à la Commission européenne d'établir un « droit à la réparation » pour les consommateurs. La résolution comprend également des appels à la durabilité par la conception, la nécessité d'améliorer l'étiquetage et l'information sur la durabilité, et des commentaires sur le rôle positif du secteur numérique ainsi que sur la nécessité de réduire l'empreinte écologique du secteur. Au-delà, les fabricants pourraient mettre en place des méthodologies pour la réparabilité notamment pour les problèmes apparaissant de manière récurrente et en premier dans le cycle de vie du terminal comme l'usure de la batterie. Ces initiatives pourraient être complétées par la mise en avant de bonnes pratiques et de terminaux écoresponsables. Par exemple, **le design d'un produit a un effet sur l'empreinte environnementale de ce dernier en facilitant plus ou moins sa réparabilité et en allongeant sa durabilité** (éviter les condensateurs près des sources de chaleur, utiliser des composants standardisés, etc.). Ceci est d'autant plus critique que les terminaux regroupent de plus en plus de fonctionnalités et qu'ils sont remplacés dès qu'une de ces fonctionnalités est dégradée. **La réparabilité peut alors jouer un rôle essentiel pour limiter ces renouvellements prématurés.** L'utilisation de terminaux modulaires, c'est-à-dire dont on peut changer les composants un à un, permet aussi de réduire les renouvellements anticipés. **Ces logiques peuvent s'appliquer à l'ensemble des terminaux et il conviendra notamment de prendre en compte les objets connectés qui tendent**

**à se diversifier** (montres, enceintes, électroménager, domotique, véhicule, mobilier public...) et sont produits par un spectre grandissant d'acteurs.

Si ces avancées sont positives, l'Autorité n'est pas en mesure d'évaluer si elles seront suffisantes. Certains grands constructeurs ont jusqu'à présent montré une réelle réticence en la matière. Instaurer **un réel droit à la réparabilité** devrait sans doute être envisagé.

**Agir pour limiter les mécanismes d'obsolescence logicielle est une voie complémentaire probablement tout aussi importante pour assurer une durée de vie prolongée des terminaux.** Chaque service ou application est susceptible, par des mises à jour notamment, d'entraîner une obsolescence logicielle d'un terminal tout entier. Si le propriétaire du terminal est très attaché à un service en particulier (retouche de photo, messagerie, réseau social...) ne plus pouvoir accéder à ce service pourrait être une raison suffisante pour changer de terminal. **Pour ce faire, des logiques d'écoconception des services et applications peuvent être promues** par les acteurs les plus visibles sur ces sujets (pouvoirs publics, *think tanks*, associations...) en vue de leur adoption par l'ensemble des éditeurs. **Ces mesures d'écoconception pourraient également faire l'objet de chartes ou de codes de bonne conduite, notamment pour les éditeurs les plus dimensionnants.**

Les échanges dans le cadre des ateliers ont permis d'identifier la nécessité de **traiter spécifiquement la question des systèmes d'exploitation (OS)**. Les terminaux ont en effet des fonctionnalités de plus en plus diverses (télévisions, décodeurs, box, objets connectés, etc.) et qui sont pilotées par l'OS. Ces derniers jouent ainsi un rôle structurant dans le fonctionnement des terminaux puisqu'ils sont l'interface unique qui gère l'accès d'un utilisateur aux différents services installés sur le terminal, mais aussi aux fonctionnalités permises par ce terminal. Agir sur les OS est donc crucial pour assurer une durabilité d'ensemble<sup>183</sup>.

182. Art. L. 541-9-2-I. du Code de l'environnement. « Les producteurs, importateurs, distributeurs ou autres metteurs sur le marché d'équipements électriques et électroniques communiquent (...) l'indice de réparabilité de ces équipements [...] ».

183. A titre d'exemple, Let's Encrypt estime qu'un tiers des smartphones Android seraient susceptibles de ne plus accepter ses certificats en 2021, impactant fortement le champ des contenus accessibles sur internet par les utilisateurs concernés. Hoffman-Andrews, J. "Standing on Our Own Two Feet", Let's Encrypt, 6 novembre 2020. <https://letsencrypt.org/2020/11/06/own-two-feet.html>



Cette criticité est renforcée par le faible nombre d'acteurs sur cette couche qui dominant les principaux types de terminaux<sup>184</sup> dans la mesure où les effets sur l'environnement sont d'autant plus dépendants du positionnement particulier de ces acteurs et que l'émergence d'offres alternatives potentiellement plus vertueuses semble limitée à moyen terme. Améliorer la durée de vie des OS des acteurs déjà existants est donc un objectif clef. Plusieurs actions sont pertinentes comme **assurer un plus long support logiciel par les acteurs ou améliorer la transparence afin de faciliter la maintenance par des tiers. Une meilleure interopérabilité des API (interface de programmation)<sup>185</sup>, via l'utilisation de standards par exemple, permettrait aussi d'éviter de rendre obsolètes des applications, services et produits existants.**

Une autre mesure souvent évoquée, s'agissant des OS, serait de **distinguer les mises à jour correctives qui doivent être installées systématiquement pour des raisons de sécurité, des mises à jour évolutives pour lesquelles l'utilisateur aurait le choix de les installer ou non.** Ces dernières qui apportent de nouvelles fonctionnalités peuvent en contrepartie ralentir le terminal et accélérer son renouvellement.

Plus globalement, cet enjeu fait écho aux questions liées à la manière dont ces OS et les terminaux sont en mesure de brider la capacité des utilisateurs à accéder aux contenus et services en ligne de leur choix et, en l'espèce, de recourir à des acteurs plus vertueux en matière environnementale. L'Arcep a notamment déjà eu l'occasion de souligner ces enjeux à de multiples reprises, comme par exemple dans le cadre de la publication en février 2018 du rapport « Terminaux, maillons faibles de l'ouverture d'internet »<sup>186</sup> et en décembre 2019 dans le cadre de la note

« Plateformes numériques structurantes, éléments de réflexion relatifs à leur caractérisation »<sup>187</sup>. **La proposition de 2018 de l'Arcep tendant à instaurer une « neutralité des terminaux » reste plus que jamais d'actualité dans une perspective écologique.**

En tout état de cause, il est nécessaire d'organiser (3.1) la collecte des informations auprès des fournisseurs d'OS pour mieux comprendre les pratiques de ces acteurs et leur impact sur l'environnement. **A terme, il paraît souhaitable que ces acteurs s'engagent, à travers un code de bonne conduite, à réduire l'empreinte environnementale des terminaux via l'adoption de pratiques d'écoconception allongeant leur durée de vie.**

### ➤ Développer les circuits de récupération et la réutilisation des terminaux

Le corollaire de l'incitation à accroître la durée de vie « by design » des terminaux est de **créer des outils leur offrant une deuxième voire une troisième vie, via des circuits de reconditionnement puis de recyclage.**

Le recyclage est en effet généralement considéré comme une solution de dernier recours puisque les processus de recyclage consomment également des ressources et que leur efficacité demeure limitée<sup>188</sup>. Les filières de recyclage restent néanmoins à enrichir et à développer dans la mesure où chaque terminal arrivera toujours en fin de vie à un moment donné. Là encore, **anticiper ce recyclage dans les phases de conception et dans les processus de production des terminaux permettra d'en accroître l'efficacité.**

Un des enjeux identifiés lors des échanges au cours des ateliers est d'accentuer plus directement l'orientation des acteurs

184. Pour les smartphones en Europe, Android (Google) et iOS (Apple) combinent respectivement 67.8% et 31.8% (99.6% à deux) des ventes en octobre 2020. StatCounter-GlobalStats, "Mobile Operating System Market Share in Europe", novembre 2020. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/europe>. Pour les tablettes en Europe, iOS (Apple) et Android (Google) combinent respectivement 55.7% et 44.2% (99.9% à deux) des parts de marchés en octobre 2020. StatCounter - GlobalStats, "Tablet Operating System Market Share in Europe", novembre 2020. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/tablet/europe>.

185. *Application Programming Interface* ou Interface de programmation est un ensemble normalisé de classes, de méthodes, de fonctions et de constantes qui sert de façade par laquelle un logiciel offre des services à d'autres logiciels.

186. Arcep, *Smartphones, tablettes, assistants vocaux - Les terminaux, maillon faible de l'ouverture d'internet*, février 2018.

187. Arcep, *Plateformes numériques structurantes - Eléments de réflexion relatifs à leur caractérisation*, décembre 2019.

188. France Stratégie, *La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé*, juin 2020. « La quasi-totalité des petits métaux, et notamment les terres rares, n'est quasiment pas recyclée. Or le secteur numérique mobilise de nombreux petits métaux pour ses fonctions high-tech ».



comme des utilisateurs vers des logiques de réutilisation des terminaux. Pour le secteur numérique, cette pratique reste en effet marginale bien qu'en progression. Plusieurs initiatives qui pourraient permettre d'aider à l'émergence de telles solutions ont été mises en avant lors des ateliers parmi lesquelles **la visibilité et la facilité d'accès des circuits de reconditionnement, qui pourraient être accentuées**, de même que **les mécanismes permettant d'accroître la confiance des utilisateurs dans ces circuits**. Ce besoin vaut bien sûr pour un utilisateur qui cèderait son terminal et qui souhaiterait être rassuré sur le fait par exemple que ses données, fichiers, messages, etc. ne pourront être retrouvés ni par les acteurs en charge du reconditionnement ni par le prochain utilisateur du terminal. Cela vaut également pour l'acheteur d'un terminal reconditionné qui souhaiterait être rassuré sur la durabilité à venir de son terminal et sur l'absence, par exemple, de logiciel malveillant qui aurait pu être installé sur celui-ci. La durabilité des produits, c'est-à-dire la capacité d'un produit à rester fonctionnel sans nécessiter de maintenance ou de réparation, reste la solution privilégiée pour augmenter leur durée de vie.

### > Encourager des changements de modèles de distribution pour réduire l'incitation au renouvellement

Les modèles de distribution traditionnels des terminaux, et certaines démarches publicitaires (incitation à l'innovation, quête de nouveauté...) ont été identifiés par certains participants aux ateliers comme des contributeurs au phénomène d'obsolescence culturelle des terminaux, mais également comme des signaux n'intégrant pas suffisamment les enjeux du reconditionnement. **Pour allonger la durée d'utilisation de chaque terminal, une des voies qui pourrait être explorée est l'accompagnement des modèles de distribution qui réduisent l'incitation au renouvellement des terminaux encore en état de fonctionner.**

**Un premier axe en ce sens peut concerner l'encadrement des pratiques de la distribution sur l'achat de terminaux neufs.** L'achat systématique de terminaux neufs contribue en effet de façon importante à l'empreinte environnementale du

numérique. **Les offres promotionnelles** réalisées par l'ensemble des distributeurs de terminaux (fabricants, grande distributions, enseignes d'électroménager, opérateurs, etc.) ont en particulier été citées par de nombreux participants comme des sources d'accélération du taux de renouvellement des terminaux, de même que la **pratique de subventionnement de terminaux par les opérateurs**. Ces pratiques risquent en effet d'atténuer la perception pour les utilisateurs du coût environnemental du terminal.

**Concernant la subvention du terminal par les opérateurs, cette pratique ne concernait que 22% des abonnements grand public en 2019, contre 99,9% en 2010<sup>189</sup>.** Cette évolution est positive et l'enjeu est désormais d'aller vers une généralisation de la vente dissociée du terminal et de l'abonnement. Sur ce sujet, l'Arcep pense qu'elle pourrait apporter son aide afin de développer une connaissance plus approfondie de ces pratiques et des utilisateurs ayant recours à ces forfaits. Elle a d'ores-et-déjà intégré des éléments dans la campagne de sondage qui alimentera la prochaine édition de son baromètre du numérique. **L'Autorité pourrait le cas échéant, si un mandat lui était confié en ce sens, développer un suivi plus précis des pratiques des opérateurs sur ce sujet et de leurs effets.**

Un deuxième axe pourrait être de faciliter l'émergence de nouveaux modèles ne s'appuyant pas sur la vente de terminaux neufs. Les initiatives basées sur **l'économie de la fonctionnalité, de la location ou de l'occasion** ont été évoquées par les participants comme des approches à encourager. Ces participants ont souligné dans le même temps qu'aucun modèle n'était vertueux en soi et qu'il serait nécessaire d'adopter une vigilance particulière sur les modalités de développements de telles offres sur le marché. Un modèle de location n'est par exemple vertueux d'un point de vue environnemental que s'il cherche à prolonger la durée de vie des terminaux et s'accompagne donc d'un modèle non incitatif au renouvellement, favorisant la réparation puis le reconditionnement des terminaux.

A défaut de retours d'expérience suffisant, il paraît utile à ce stade d'**assurer**

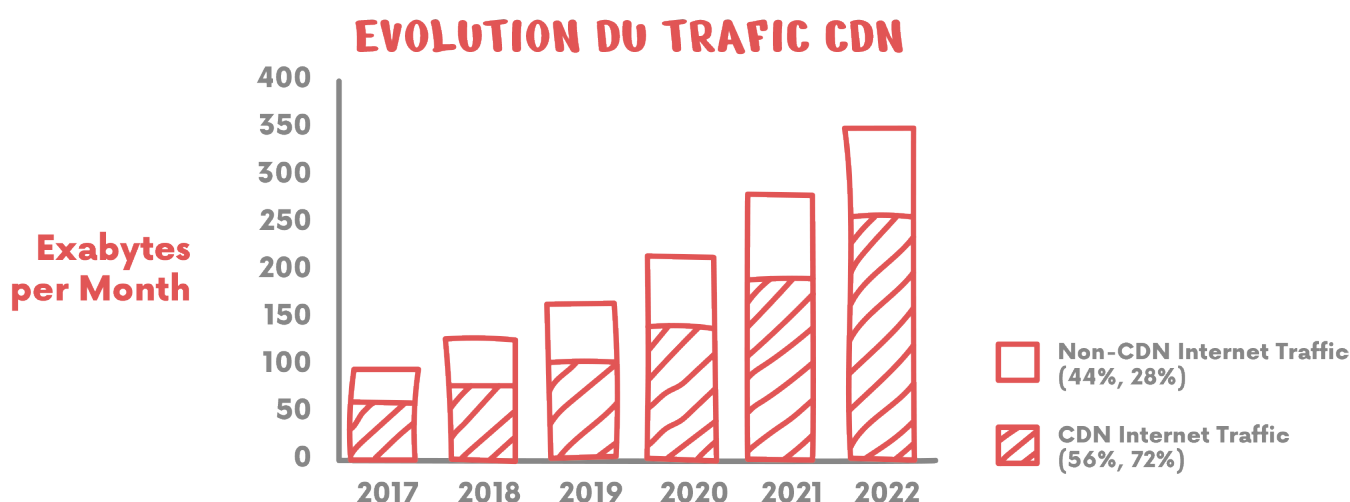
la coexistence de plusieurs de ces modèles. Pour autant, dans le contexte de la massification des objets qui sont amenés à être connectés, avec le développement de l'internet des objets, cette question mérite une vigilance particulière. Pour ces derniers, il faut saisir l'opportunité de s'assurer qu'ils s'inscrivent « *by design* » dans la logique d'un numérique soutenable.

### 3.3.2 Encourager des pratiques plus responsables des éditeurs de service les plus consommateurs de bande passante

D'après l'observatoire de Cisco<sup>190</sup>, le trafic internet mondial annuel sur internet en 2017 était de 1,5 Zettaoctet (Zo)<sup>191</sup>, et il est prévu qu'il atteigne 4,8 Zo par an en 2022. **Globalement, Cisco estime que le trafic internet augmentera en moyenne de 26 % entre 2017 et 2022.**

Aujourd'hui, ce trafic se concentre surtout sur un nombre limité de grands acteurs dont le contenu et les applications sont consommatrices en bande passante tels que Netflix, Google, Amazon ou encore Facebook<sup>192</sup>. Ceci s'explique notamment par la taille de ces acteurs et par la nature des services qu'ils fournissent. La vidéo est un des usages les plus consom-

mateurs de bande passante mais d'autres usages sont également importants (sites internet, jeux vidéo en ligne, etc.). Il est également à noter que, selon Cisco, le trafic provenant des CDN augmentera aussi pour atteindre 72% du trafic total d'internet en 2022. Certains CDN permettent d'agréger la diffusion du contenu de plusieurs FCA : c'est le cas pour les CDN commerciaux tel que Akamai, Limelight, Cloudflare, etc. De plus et afin de répondre à la croissance rapide du trafic internet, certains fournisseurs d'accès à internet ont également leur propre CDN. Enfin, certains grands FCA, comme Netflix ou Google, mettent également en place leurs propres CDN pour diffuser leurs services depuis ces plateformes. En raison de leur importance croissante, une vigilance particulière sera à apporter sur l'impact environnemental des CDN dans les prochaines années.



\*Figures (n) refer to 2017, 2022 traffic share

Source : Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2017-2022

Copyright : Cisco and/or its affiliates. All rights reserved. Cisco Public.

Figure 15

190. Cisco, *Visual Networking Index: forecast and trends, 2018-2023*.

191. 1 Zettaoctet = 10<sup>21</sup> octets

192. Sandvine, *The Global Internet Phenomena Report*, 2018.

La France ne déroge pas à la règle et s'inscrit dans cette tendance mondiale. En effet, le trafic entrant à l'interconnexion vers les principaux fournisseurs d'accès à internet en France n'a cessé d'augmenter pour atteindre 18,4 Tbit/s à fin 2019, soit une augmentation de 29% par rapport à fin 2018.

Par ailleurs, plus de la moitié du trafic (55 %) vers les clients des principaux FAI en France provient de quatre fournisseurs : Netflix, Google, Akamai et Facebook. Ceci indique une concentration de plus en plus nette du trafic entre un petit nombre d'acteurs dont la position sur le marché des contenus est renforcée.

## DÉCOMPOSITION SELON L'ORIGINE DU TRAFIC VERS LES CLIENTS DES PRINCIPAUX FAI EN FRANCE (FIN 2019)

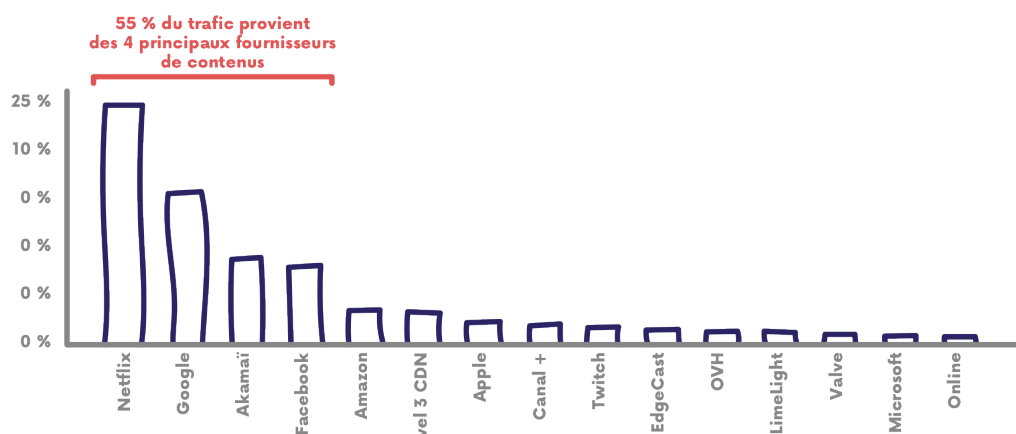


Figure 16 : Source Arcep

En raison de leur importance dans le trafic internet, les fournisseurs les plus consommateurs en bande passante peuvent jouer un rôle dans la réduction de l'impact environnemental des usages numériques.

Plusieurs actions peuvent être mises en œuvre concernant la diffusion de contenu vidéo, le plus gourmand en bande passante. En effet, selon Cisco<sup>193</sup>, le trafic IP Global transitant sur les réseaux de communications électroniques est composé pour 75 % de trafic vidéo en 2017 et cette part devrait atteindre 82 % en 2022. Des bonnes pratiques sur la vidéo peuvent par exemple consister à désactiver l'auto-play (la lecture automatique des vidéos), adapter la résolution des vidéos à la taille de l'écran, etc.

Durant la période du premier confinement entre mi-mars et début mai, certains acteurs tels que Netflix et YouTube ont mis en place des mécanismes pour optimiser les flux de leurs services en adaptant la résolution ou la qualité vidéo afin d'évi-

ter les congestions sur les réseaux, déjà très sollicités. Ceci a permis de mettre en avant **la possibilité de faire appel à des mécanismes permettant de réduire la bande passante des services (et donc de réduire l'impact environnemental de ceux-ci) sans dégrader significativement l'expérience utilisateur.**

Un cas particulier à considérer est celui des grands CDN qui agrègent le contenu de plusieurs FCA. Bien que ces CDN n'aient pas la main sur le contenu de leurs clients et que leur rôle soit de garantir la disponibilité et la qualité de ce contenu, le trafic internet de leurs clients agrégé est conséquent, à l'image de celui d'Akamai en France par exemple.

**Aux yeux de l'Autorité, les incitations des grands fournisseurs de service à réduire leur impact environnemental semble limitées, alors que leurs marges de manœuvre sont réelles.**

193. Cisco, Visual Networking Index: forecast and trends, 2018-2023.

La puissance publique pourrait dans un premier temps chercher une adhésion de ces acteurs dans une démarche d'engagement collectif, de manière à les sortir du « dilemme du prisonnier » que représente pour eux le risque de dégradation de la qualité perçue par leurs utilisateurs vis-à-vis de leurs concurrents en cas d'effort unilatéral. Si un tel dispositif devait s'avérer insuffisant, il faudrait considérer des outils plus incitatifs. En tout état de cause, il conviendra de veiller à une **approche ciblée sur les plus gros acteurs** de façon éviter de faire peser sur les plus petits acteurs des contraintes disproportionnées par rapport au gain global escompté par la mise en œuvre de ces mesures.

Ainsi, **un code de conduite impliquant des FCA et CDN les plus consommateurs en bande passante pourrait être mis en place, dans lequel ceux-ci s'engageraient à mettre en place un certain nombre de pratiques permettant de réduire leur empreinte environnementale. Ce code de conduite pourrait inclure** des bonnes pratiques sur la stratégie de stockage via la localisation et les équipements utilisés.

Dans cette hypothèse, **l'Arcep**, dans la mesure où elle effectue déjà ce travail dans le cadre du rapport sur l'état d'internet en France<sup>194</sup>, **pourrait être en charge d'identifier les principaux fournisseurs de services, voire d'assurer le suivi de leurs pratiques.** Concrètement, il s'agirait pour l'Arcep d'identifier chaque année les 5 à 10 plus gros acteurs (FCA et CDN) consommateurs de bande passante en France.

D'autres initiatives parallèles pourraient aussi être envisagées, par exemple en encadrant la publicité vidéo. Un guide destiné à l'ensemble des FCA pour les accompagner dans l'écoconception de sites internet pourrait aussi être aussi développé.

L'ensemble de ces démarches devra s'inscrire en cohérence avec les travaux plus généraux sur l'ensemble des autres usages d'internet, notamment l'éco-conception des sites web, l'optimisation de la programmation des différentes fonctionnalités réseau ou applicatives avec des langages de programmation moins consommateurs en énergie, etc.

En effet, bien qu'individuellement un site ordinaire ne semble pas générer d'empreinte environnementale importante, la propagation de pratiques d'écoconception sur les millions de sites internet créés chaque année<sup>195</sup> pourrait avoir un effet significatif.

Il convient par ailleurs de souligner que concernant les principaux services contributeurs à la bande passante, plusieurs autres solutions d'incitation à la limitation de leurs flux sont évoquées dans le débat public. Parmi ces propositions, l'instauration d'une taxe ou d'une tarification ayant un effet sur les plus gros émetteurs de données est régulièrement évoquée. Elle l'a été dans les ateliers de la plateforme « Pour un numérique soutenable » et est directement identifiée dans la proposition n°16 du rapport publié par le Sénat en juin 2020 qui considère qu'une « *taxe pourrait être créée pour inciter les plus gros émetteurs à une injection plus raisonnable de données sur le réseau. Seules les entreprises émettant une certaine quantité de données – en pratique les plus grands acteurs du streaming vidéo – seraient assujetties à cette taxe. Le produit de cette imposition pourrait alimenter le fonds de solidarité numérique (FSN), et financer ainsi l'aménagement numérique du territoire ou la formation des personnes éloignées du numérique. Il pourrait également contribuer à financer l'entretien des réseaux d'initiative publique.* ».

Les principaux fournisseurs d'accès à internet pourraient également mettre en place des tarifications au niveau de leurs interconnexions de données qui auraient un effet similaire. Dans les deux cas, il s'agit d'**envoyer un signal-prix** aux principaux fournisseurs de services pour qu'ils optimisent mieux leur trafic. Comme évoqué plus haut, une telle hypothèse serait plutôt à envisager en cas d'échec d'une démarche de responsabilisation de type Code de conduite. Il conviendrait en tout état de cause d'en qualifier la faisabilité.

194. Arcep, *Rapport d'activité - L'état d'internet en France*, juin 2020.

195. Le site internet [livestats.com](http://livestats.com) propose plusieurs estimations des usages d'internet, dont certains concernant le nombre de sites internet actifs.

### 3.3.3 Développer une expertise plus fine des pratiques des centres de données et de leur impact environnemental

D'après une étude de 2014 d'IDC<sup>196</sup>, les centres de données représentaient en 2017 une « puissance appelée » (ou puissance utilisée) totale de l'ordre de 50 GW.

Plusieurs centres de données mettent en place aujourd'hui des mécanismes permettant de maîtriser leur impact environnemental. Cet impact varie notamment en fonction de la taille, des serveurs et équipements utilisés ainsi que du système de refroidissement du centre de données.

Pour réduire l'impact environnemental d'un centre de données, il est possible d'utiliser un système de refroidissement traditionnel et de **recupérer la chaleur produite pour chauffer des logements voisins ou produire de l'eau chaude.**

Par ailleurs, il est aujourd'hui possible de réduire la consommation d'énergie du centre de données, tout en maintenant une température intérieure stable (entre 22°C et 30°C), quelles que soit la température extérieure ou le dégagement thermique des serveurs. Traditionnellement, un centre de données utilise des armoires de climatisation, situées à proximité des serveurs, qui aspirent l'air chaud de la salle et insufflent de l'air froid dans le faux plancher. La chaleur est transportée par un circuit d'eau fermé jusqu'aux groupes froids. Le **free cooling** permet d'économiser l'énergie en utilisant la capacité calorifique de l'air extérieur pour refroidir le centre de données. On distingue plusieurs types de *free cooling* permettant de diminuer l'impact environnemental des centres de données :

- **le free cooling indirect.** Ce n'est pas l'air extérieur qui refroidit les serveurs, mais l'air refroidit le circuit d'eau fermé, qui va permettre de limiter la puissance absorbée des compresseurs des groupes frigorifiques. Il existe plusieurs types de *free cooling* indirects, dont certains utilisent un refroidissement adiabatique (cf. *infra*).

- **Le free cooling direct** avec groupe froid. Ici, l'air extérieur rentre dans le centre de données pour refroidir directement les serveurs quand, par exemple, il fait moins de 30°C degrés à l'extérieur du centre de données. Quand on dépasse cette température, on bascule sur un mode plus traditionnel, avec un refroidissement avec des groupes frigorifiques.

- **Le free cooling direct avec refroidissement adiabatique.** Aujourd'hui, il s'agit de la solution qui réduit au maximum l'impact environnemental. Dans cette configuration, il n'est plus nécessaire de prévoir de groupe froid. Quand on dépasse la température cible, on enclenche le refroidissement adiabatique. Le rafraîchissement de l'air est basé sur l'évaporation de l'eau : l'air chaud et sec passe à travers un échangeur humide. L'énergie nécessaire à l'évaporation de l'eau est extraite de l'air qui se refroidit en dissipant ses calories. Avec des automates, il est possible d'obtenir une température stable toute l'année, sans avoir besoin de terminaux de climatisation. Il est à noter que le refroidissement adiabatique peut ne pas bien fonctionner quand l'air chaud est très humide mais cette situation est relativement peu fréquente en France.

Un autre aspect pour réduire l'impact environnemental des centres de données est d'augmenter la température à laquelle les centres de données maintiennent leur allée froide (aujourd'hui entre 22°C et 30°C). **La généralisation de serveurs supportant une température en allée froide de 40°C**, de façon permanente, permettrait de réduire significativement l'empreinte énergétique des centres de données refroidis par du *free cooling*.

Afin de suivre l'efficacité énergétique de ces centres de données, l'indicateur **PUE** est utilisé et publié par certains acteurs du secteur. Cet indicateur développé en 2007 par le consortium *The Green Grid* pour mesurer l'efficacité d'un centre de données, a été normalisé en 2016<sup>197</sup>.



Il correspond au ratio entre l'énergie totale utilisée par l'ensemble du bâtiment du centre de données et l'énergie délivrée aux serveurs informatiques. Les pratiques actuelles du secteur semblent afficher des valeurs du PUE autour de 1,5 pour un refroidissement traditionnel et 1,15<sup>198</sup> pour du *free cooling* adiabatique sans aucun groupe froid. D'autres indicateurs en rapport avec l'efficacité énergétique du centre de données pourraient être pertinents, tels que le niveau de réutilisation de la chaleur produite par le centre de données, la part d'énergie renouvelable utilisée, le niveau d'émission de CO2 par rapport à la consommation électrique, etc.

**Les bonnes pratiques identifiées sur les centres de données semblent indiquer que la conception de ces derniers est décisive dans leur empreinte environnementale. Ce sujet reste encore à expertiser pour l'Arcep.**

**La mise en place d'une régulation par la donnée**, y compris au niveau national, pourrait être une première étape permettant de bien comprendre la situation actuelle et de cerner les principaux enjeux sur ces acteurs de l'écosystème numérique. Cette approche permettrait notamment de confirmer ou infirmer l'hypothèse selon laquelle la conception des centres de données est la principale étape où des engagements environnementaux significatifs peuvent être pris et avoir un impact important.

Ce recueil d'informations pourrait permettre la mise en place **d'un code de conduite de bonnes pratiques** pour les centres de données. **L'Arcep pourrait établir ce code de conduite en concertation avec les acteurs et assurer le suivi des pratiques.**

En tout état de cause, compte-tenu des spécificités de ce secteur et de la nature de l'activité, si la mise en place d'un dispositif permettant aux centres de données de prendre des engagements juridiquement opposables ou visant à la mise en place d'obligations environnementales pour les centres de données était envisagée, il apparaît nécessaire que celle-ci se fasse **au niveau européen. L'Arcep pourrait, dans cette hypothèse, assurer le suivi du respect de ces obligations ou de ces engagements par les acteurs français si la compétence lui était confiée.**

### **3.3.4 Pour donner leur pleine portée aux dispositifs de codes de conduite : des engagements juridiquement contraignants pour enregistrer les efforts des acteurs économiques auprès du gouvernement**

À travers plusieurs des propositions ci-dessus apparaît l'utilité de permettre à l'ensemble des acteurs (opérateurs, fabricants, distributeurs, exploitants de centres de données, fournisseurs de services...) de s'engager sur des pratiques, via des Codes de bonne conduite.

La bonne mise en œuvre de ces engagements pourrait être contrôlée par des collectes d'information, comme indiqué.

Le pouvoir politique pourrait aussi décider d'aller plus loin, en demandant que **ces engagements prennent un caractère contraignant au plan juridique**. Un tel dispositif existe dans le secteur des télécoms, en matière de couverture du territoire dans les zones moins denses. Dans le cadre de l'article du L.33-13 du code des postes et des communications électroniques, les opérateurs peuvent prendre des engagements, après avis de l'Arcep, cette dernière étant chargée d'assurer le contrôle de leur respect, avec le cas échéant des sanctions pécuniaires à la clé.

198. Communiqué de presse Scaleway. « Ultimate Performance : Scaleway et Lenovo répondent aux usages extrêmes avec le serveur Bare Metal le plus puissant du marché », 19 novembre 2020.  
<https://www.scaleway.com/fr/pressroom/ultimate-performance-scaleway-et-lenovo-repondent-aux-usages-extrêmes-avec-le-serveur-bare-metal-le-plus-puissant-du-marché/>

### 3.3.5 Donner au consommateur le pouvoir de réduire son empreinte environnementale par des choix éclairés : un baromètre environnemental et des outils de mesure et de comparaison

Au-delà des incitations directes sur les acteurs économiques, il paraît essentiel qu'une **approche à destination des utilisateurs soit intensifiée**. Cette approche ne peut être le seul objectif de l'action publique mais est un maillon incontournable de l'ensemble des leviers d'action à mobiliser. La philosophie n'est pas ici de mettre en œuvre des stratégies de contrainte des utilisateurs, qu'elles soient légales ou économiques. Il s'agit plutôt d'**accélérer la prise de conscience sur les enjeux environnementaux** associés aux usages du numérique et, en parallèle, de **renforcer l'information et le pouvoir des utilisateurs** pour les mettre en capacité, par des choix éclairés, d'adapter leurs pratiques et de peser sur le marché.

La logique de régulation par la donnée implique, au-delà de la **collecte d'informations développée en partie 3.1, une restitution de données précises et pertinentes, que ce soit par la diffusion de données brutes, la mise en ligne d'outils dédiés ou au moyen du déploiement d'outils tiers** pour mieux refléter la réalité et les effets des usages mais aussi pour simplifier l'accès des utilisateurs à l'information.

La transmission de ces informations aux utilisateurs, d'une manière adaptée à leurs besoins, et dans l'objectif de renforcer leur pouvoir de contrôle est essentielle. Plusieurs exemples d'outils peuvent être cités à cet effet : **dans les secteurs agroalimentaire ou cosmétique, les initiatives d'« Openfoodfacts<sup>199</sup> » et d'applications de type « Yuka<sup>200</sup> » donnent une information claire et précise aux utilisateurs**, assorties des éléments leur permettant de choisir les produits en fonction de leurs besoins. Concernant la couverture et la qualité de service des réseaux, « Mon réseau mobile<sup>201</sup> » ou « Ma connexion internet<sup>202</sup> », développés par l'Arcep, permettent à un utilisateur de connaître la couverture dont il pourra bénéficier à l'occasion de ses usages en matière de communications électroniques (à son domicile, sur son lieu de travail...). Un écosystème d'outils de mesure de qualité de

service vient compléter les informations fournies par ces cartes grâce à des relevés sur le terrain des débits d'utilisateurs. **D'autres initiatives, associatives, privées ou publiques existent et démontrent l'utilité d'une démarche de restitution de données à l'utilisateur.**

Ces observations démontrent que le rôle de la puissance publique ne serait alors pas nécessairement de concentrer les données et l'action mais plutôt de **mettre en œuvre un cadre de confiance et de coordination dans la logique des initiatives de responsabilisation des utilisateurs**. Dans ce contexte, l'intervention publique paraît requise de deux manières : d'une part pour **assurer la mise à disposition des données nécessaires** (définition des données, ouverture des données, sécurité juridique sur la transmission de ces données, facilité de réutilisation, etc.), d'autre part pour travailler à la **fiabilité des outils** et garantir un cadre de confiance entre ces outils et les utilisateurs.

En matière d'impact environnemental du numérique, il convient d'assurer la même démarche en accompagnant le déploiement des outils existants ou en permettant le développement de nouveaux outils. Plusieurs initiatives positives peuvent d'ores-et-déjà être citées de manière non exhaustive, avec la création par la loi AGEC d'indices (réparabilité et durabilité) mais aussi d'un mécanisme obligeant les opérateurs de communications électroniques à informer l'utilisateur sur les émissions de GES associées à sa consommation en données sur internet, l'application « Carbonalyser » proposée par le Shift Project<sup>203</sup>, l'initiative « ifixit »<sup>204</sup> qui met à disposition des tutoriels détaillés de réparation de différents équipements, etc.

199. <https://fr.openfoodfacts.org/>

200. <https://yuka.io/en/>

201. <https://www.monreseauemobile.fr/>

202. <https://maconnexioninternet.arcep.fr>

203. <https://theshiftproject.org/carbonalyser-extension-navigateur/>

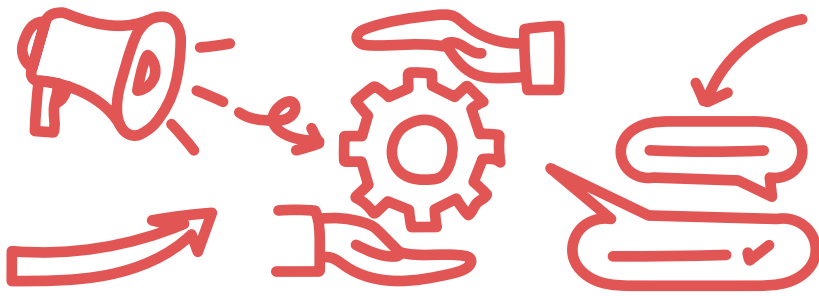
204. <https://fr.ifixit.com/>

Le gouvernement pourrait aussi considérer de lancer un appel à projets pour encourager l'émergence de comparateurs et d'**outils d'aide à la décision** des consommateurs en matière environnementale.

D'autres outils pourraient être amenés à émerger si une action publique en ce sens était accentuée. A ce titre, l'Arcep propose **la mise en œuvre d'un « baromètre environnemental »** qui viserait à valoriser les acteurs faisant le plus d'efforts, dans une logique de « *name and shine* » (« nommer et valoriser ») et cas échéant mettre en évidence des pratiques problématiques. Ce baromètre serait développé à partir des données collectées par l'ensemble des acteurs publics et notamment dans le cadre des indicateurs que l'Arcep propose aux acteurs de discuter et qui sont rappelés en partie **3.1.2.**

**Une composante essentielle de ce dispositif est l'implication des pouvoirs publics qui pourraient également, le cas échéant, et en l'absence d'initiative tierce, lancer des appels à projet pour imaginer et construire ces outils de la régulation par la donnée en matière environnementale.**





## Synthèse des propositions de l'Arcep

Les échanges avec les parties prenantes ont permis à l'Arcep de se forger une meilleure compréhension de l'empreinte environnementale du numérique et des travaux à initier.

L'Autorité est d'avis que le numérique peut et doit prendre sa part à la stratégie bas carbone, sans pour autant renoncer aux possibilités d'échange et d'innovation que cette technologie est susceptible d'apporter à la société. Evidemment, **il n'y a pas lieu de condamner le numérique en lui-même**, car il couvre une diversité d'usages si vaste – dont certains participent directement à la réduction des émissions de gaz à effets de serre tel le télétravail – qu'on ne saurait brider ou restreindre *a priori* son utilisation. Pourtant, **le numérique ne saurait être consacré comme un secteur dispensé des efforts à accomplir** pour respecter l'Accord de Paris et ses exigences nouvelles. **Conjuguer le développement des usages et la réduction de l'empreinte écologique du numérique, telle est l'ambition.**

Pour y répondre, l'Arcep a souhaité esquisser **une voie médiane entre les deux écueils du laisser-faire et de l'économie administrée**. Il s'agit essentiellement de mobiliser l'instrument de la régulation en tant que courroie de transmission entre l'initiative du marché et l'exigence de l'intérêt général.

Pour expliquer cette orientation, il convient de souligner la mobilisation significative d'un large ensemble d'acteurs tendant à s'inscrire dans une meilleure responsabilité environnementale. Que ce soit au travers de programmes volontaires de neutralité carbone, d'initiatives de filière tendant à favoriser l'écoconception ou freiner l'obsolescence des équipements, ou encore de la prise de conscience croissante de nos concitoyens quant à l'impact environnemental de leurs usages numériques : **il faut relever une vaste prise de conscience**, qui témoigne d'un certain niveau d'incitation des agents économiques – fournisseurs et utilisateurs – à modifier leurs comportements.

Cette mobilisation est le point de départ des propositions de l'Arcep, avec pour objectif de l'amplifier et de s'assurer qu'elle permette effectivement de **dépasser le seul registre des bonnes intentions pour s'inscrire dans une trajectoire ambitieuse de réduction de l'empreinte environnementale**. Ni bridage *a priori* ni acte de foi dans les résultats de la res-



ponsabilisation spontanée. Telle est au fond le fil rouge que suit l'Arcep à travers son « manifeste » qui se donne pour ligne d'horizon « les réseaux comme bien commun » et qu'il s'agit désormais de décliner sur le plan environnemental. Alors que les réseaux ne représentent qu'une part très minoritaire de l'enjeu écologique du numérique, il s'agit de porter cette logique de manière plus systématique, notamment pour ce qui concerne **les terminaux, centres de données et fournisseurs de service**.

La mise en place d'une régulation environnementale du numérique est **une décision qui relève d'abord du pouvoir politique**. C'est à ce dernier qu'il appartient de définir le niveau d'ambition et en particulier **la trajectoire dans laquelle il souhaite inscrire le secteur numérique pour que celui-ci participe pleinement à la stratégie bas carbone**. C'est aussi au pouvoir politique de définir, par la loi les outils de transparence, d'incitation et le cas échéant de contrainte qui permettront de donner corps à cette régulation, ainsi que les institutions en charge de leur mobilisation.

**Les propositions de l'Arcep se déclinent en trois mouvements : (i) mieux connaître et surveiller l'empreinte écologique des différents maillons et acteurs du numérique en dotant la puissance publique d'instruments de pilotage solides et partagés, (ii) intégrer, pour ce qui est du périmètre de la régulation des télécoms, l'enjeu environnemental dans les choix de régulation tant pour ce qui est des réseaux que mobile, (iii) accroître les incitations des agents économiques – fournisseurs et utilisateurs. Sur ce dernier point, l'Arcep est consciente de la palette d'outils, notamment en termes de fiscalité, et a voulu ici se limiter aux leviers de politiques publiques qui relevaient de la philosophie de la régulation.**



## AXE 1 : AMÉLIORER LA CAPACITÉ DE PILOTAGE DE L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DU NUMÉRIQUE PAR LES POUVOIRS PUBLICS

- 1. Confier à une entité publique le pouvoir de collecter les informations utiles auprès de l'ensemble de l'écosystème numérique** (fournisseurs de contenu et applications, éditeurs de systèmes d'exploitation, fabricants de terminaux et opérateurs de centres de données, au-delà des opérateurs de communications électroniques pour lesquels un tel dispositif existe déjà) afin de disposer de données granulaires et fiables essentielles à l'évaluation et au suivi de l'empreinte environnementale du secteur et des mesures mises en œuvre.
- 2. Participer, dans le cadre de ses initiatives avec l'ADEME à la création d'un référentiel de mesure de référence** : Améliorer la mesure pour mieux identifier les enjeux, restituer la donnée pour informer l'utilisateur et encourager une dynamique vertueuse sur le secteur.



## AXE 2 : INTÉGRER L'ENJEU ENVIRONNEMENTAL DANS LES ACTIONS DE RÉGULATION DE L'ARCEP

→ Sur le fixe

- 3. Accompagner la transition du cuivre vers la fibre.**
- 4. Encourager les optimisations des réseaux en accompagnant la mutualisation des infrastructures de génie civil et des parties terminales des infrastructures fibres (réseaux d'accès).**
- 5. Encourager des initiatives visant à mettre en œuvre des mécanismes de mise en veille automatique des box des opérateurs** à certains horaires ou en cas de non utilisation de celles-ci pendant des plages horaires prolongées.

→ Sur le mobile

- 6. Affiner l'analyse des impacts positifs et négatifs d'une extinction des réseaux 2G ou 3G pour lever les barrières possibles** et s'assurer que les bonnes incitations sont mises en place.  
Le sujet de la réglementation européenne des appels d'urgence depuis les véhicules, en particulier, mérite un examen approfondi, en lien avec le Gouvernement.
- 7. Etudier en 2021 une évolution des indicateurs de « performance » des réseaux** pour y intégrer l'enjeu environnemental dans les paramètres de choix des consommateurs
- 8. Etudier, en lien avec les acteurs intéressés, les solutions d'optimisation de l'impact environnemental des réseaux mobiles** à moyen ou long terme, en traitant en priorité les questions de mutualisation et de meilleur usage possible des fréquences.
- 9. Développer, le cas échéant, un suivi plus précis des pratiques de subventionnement de terminaux par les opérateurs** et de leurs effets



### **AXE 3 : RENFORCER LES INCITATIONS DES ACTEURS ÉCONOMIQUES, ACTEURS PRIVÉS, PUBLICS ET CONSOMMATEURS**

**10. Elaborer avec les acteurs concernés des codes de conduites/chartes** renforçant la logique d'écoconception et **pouvant mener à l'adoption d'engagements juridiquement contraignants**, à l'image des engagements des opérateurs de communications électroniques visant à contribuer à l'aménagement et à la couverture des zones peu denses du territoire par les réseaux de communications électroniques (art.L.33\_13 du CPCE). Notamment :

- **les fournisseurs de contenu et applications**, notamment les plus structurants (par exemple autour de bonnes pratiques comme l'adaptation de la résolution des contenus aux écrans ou la limitation de l'*autoplay*). ;
- **les éditeurs de systèmes d'exploitation**, notamment les plus structurants (par exemple autour de bonnes pratiques comme le maintien de versions anciennes, ou à une meilleure intégration des enjeux d'obsolescences dans les mises à jour) ;
- **les opérateurs de centres de données** (par exemple autour de bonnes pratiques comme l'architecture des centres de données, l'optimisation des systèmes de refroidissement ou la gestion des équipements de stockage...).

D'autres propositions poursuivant cette démarche incitative sont régulièrement évoquées, comme notamment l'instauration de mécanismes visant à instaurer des signaux tarifaires pesant sur les fournisseurs de contenus et d'application, concernant par exemple l'utilisation de la bande passante. Ce type de solution est à envisager en cas d'échec des codes de conduite et mériterait en tout état de cause une analyse beaucoup plus approfondie.

**Les codes de conduite doivent faire l'objet d'un suivi** par une entité publique dotée d'un pouvoir de contrôle et le cas échéant de sanction.

**11. Renforcer la capacité d'action et la responsabilité des utilisateurs** par une démarche de « régulation par la donnée » favorisant l'émergence **d'outils d'aide à la décision du consommateur** quant à ses choix et leur impact sur l'environnement. Publier un « baromètre environnemental » permettant de valoriser les meilleures pratiques de l'ensemble de l'écosystème numérique.

# ANNEXES



# Bibliographie

## RAPPORTS

**ADEME, Modélisation et évaluation des impacts environnementaux de produits de consommation et biens d'équipement**, septembre 2018. <https://www.ademe.fr/modelisation-evaluation-impacts-environnementaux-produits-consommation-biens-dequipement>

**Assemblée Nationale, Rapport au nom de la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire sur le projet de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (n° 2274)**, novembre 2019. [http://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-dvp/l15b2454-t1\\_rapport-fond#](http://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-dvp/l15b2454-t1_rapport-fond#)

**CGE, Réduire la consommation énergétique du numérique**, décembre 2019. [https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions\\_services/cge/consommation-energique-numerique.pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/consommation-energique-numerique.pdf).

**Cisco, Visual Networking Index: forecast and trends**, 2018-2023.

**Cisco, VNI Global IP Traffic Forecast, 2017-2022**, 2018.

**Citizing, Empreinte carbone du numérique en France : des politiques publiques suffisantes pour faire face à l'accroissement des usages?**, juin 2020. <http://www.senat.fr/rap/r19-555/r19-5551.pdf>

**Commission européenne, Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market**, 2020. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/energy-efficient-cloud-computing-technologies-and-policies-eco-friendly-cloud-market>

**Commission européenne, Study on greening cloud computing and electronic communications services and networks: toward climate neutrality by 2050**, 2020.

**Convention citoyenne pour le climat, Les proposition de la Convention Citoyenne pour le Climat**, juin 2020. <https://propositions.conventioncitoyennepourleclimat.fr/pdf/ccc-rapport-final.pdf>

**France Stratégie, La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé**, juin 2020. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2020-dt-consommation-metiaux-du-numerique-juin.pdf>

**France Stratégie, Maîtriser la consommation du numérique : le progrès technologique n'y suffira pas**, octobre 2020. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2020-dt-empreinte-numerique-octobre.pdf>

**GreenIT, Empreinte environnementale du numérique mondiale**, septembre 2019. [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

**Halte à l'Obsolescence Programmée, Livre Blanc – 50 mesures pour une consommation et une production durables**, février 2019. <https://www.halteobsolescence.org/wp-content/uploads/2019/03/Livre-Blanc.pdf>.

**Hootsuite & We Are Social, Digital 2020 Global digital overview**, 2020. <https://wearesocial-net.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/common/reports/digital-2020/digital-2020-global.pdf>



Iddri, FING, WWF France, GreenIT.fr, **Livre Blanc – Numérique et environnement, Faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique**, 2018. <https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20Iddri/Rapport/livre%20blanc%20num%C3%A9rique%20%C3%A9cologie.pdf>

Sandvine, **The Global Internet Phenomena Report**, 2018. <https://www.sandvine.com/hubfs/downloads/phenomena/2018-phenomena-report.pdf>

Sénat, **Rapport d'information – Pour une transition numérique écologique**, juin 2020. <https://www.senat.fr/rap/r19-555/r19-5551.pdf>

The Shift Project, **Climat : L'insoutenable usage de la vidéo en ligne**, juillet 2019. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-01.pdf>

The Shift Project, **Lean ICT : Pour une sobriété numérique**, octobre 2018. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>

## TEXTES EUROPEENS

Communication de la Commission européenne, « **Un nouveau plan d'action pour l'économie circulaire** », mars 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098&from=EN>

Communication de la Commission européenne, « **Le pacte vert pour l'Europe** », décembre 2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>

Recommandation de la Commission européenne, « **On a common Union toolbox for reducing the cost of deploying very high capacity networks and ensuring timely and investment-friendly access to 5G radio spectrum** », 18 septembre 2020. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/commission-recommendation-common-union-toolbox-reducing-cost-deploying-very-high-capacity>

Résolution du Parlement européen, « **Vers un marché unique plus durable pour les entreprises et les consommateurs** », 25 novembre 2020 (2020/2021(INI)) [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0318\\_FR.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0318_FR.html)

## ARTICLES SCIENTIFIQUES

Dinesh Reddy V, Setz B., Rao G. V., Gangadharan G. R., and Aiello M., **Metrics for Sustainable Data Centers**, *IEEE Transactions on sustainable computing*, vol.2, n°3, juillet-sept.2017. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7921551>

Koomey J. et Taylor J., **New data supports finding that 30 percent of servers are 'Comatose', indicating that nearly a third of capital in enterprise data centers is wasted**, Oakland, CA: Anthesis Group, 2015.

Lambert S. et al., **Worldwide electricity consumption of communication networks**, décembre 2012. <https://www.osapublishing.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-20-26-B513&id=246736>

Masanet E., Shehabi A., Lei N., Smith S., Koomey J., **Recalibrating global data center energy-use estimates**. *Science*. 367. 984-986, 2020. <https://science.sciencemag.org/content/367/6481/984/tab-article-info>

Murugesan S. and Gangadharan G. R., Eds., **Green IT: An over-view**, in *Harnessing Green IT: Principles and Practices*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, ch. 1, pp. 1–21, 2013. [http://www.vandemataramcollege.com/app/webroot/files/NOTES\\_sem246/Green\\_IT-FYCS-Sem2.pdf](http://www.vandemataramcollege.com/app/webroot/files/NOTES_sem246/Green_IT-FYCS-Sem2.pdf)

Basmadjian R., et al., **Green data centers, in Large-Scale Distributed Systems and Energy Efficiency: A Holistic View**. Hoboken, NJ, USA: Wiley, pp. 159–196, 2015.

Williams E., **The 1.7 Kilogram Microchip: Energy and Material Use in the Production of Semiconductor Devices**, United Nations University, 2002. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es025643o>

## RAPPORTS ET DOCUMENTS ARCEP

**Arcep - Observatoire, Indice des prix des services fixes et mobiles**, juin 2020. [https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1606137251/reprise/observatoire/indices-prix-fixes-mobiles/evolution-prix-services-CE-2019\\_160620.pdf](https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1606137251/reprise/observatoire/indices-prix-fixes-mobiles/evolution-prix-services-CE-2019_160620.pdf)

**Arcep, Baromètre du numérique**, 2019. [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/rapport-barometre-num-2019.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-barometre-num-2019.pdf)

**Arcep, « Les travaux du comité d'experts fibre »**, mis à jour le 18 septembre 2020. <https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-fixes/la-fibre/les-travaux-du-comite-dexperts-fibre.html>

**Arcep, Autorité de la concurrence, AMF, Arafer, CNIL, CRE, CSA, Nouvelles modalités de régulation – La régulation par la donnée**, juillet 2019. [https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1606998432/user\\_upload/grands\\_dossiers/La\\_regulation\\_par\\_la\\_data/note-aa1-regulation-par-la-data-juil2019.pdf](https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1606998432/user_upload/grands_dossiers/La_regulation_par_la_data/note-aa1-regulation-par-la-data-juil2019.pdf)

**Arcep, Plateformes numériques structurantes – Éléments de réflexion relatifs à leur caractérisation**, décembre 2019. [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/plateformes-numeriques-structurantes-caracterisation\\_reflexion\\_dec2019.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/plateformes-numeriques-structurantes-caracterisation_reflexion_dec2019.pdf)

**Arcep, Rapport d'activité – L'état d'internet en France**, juin 2020. [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/rapport-etat-internet\\_edition-2020\\_250620.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-etat-internet_edition-2020_250620.pdf)

**Arcep, Réseaux du futur - Empreinte carbone du numérique**, octobre 2019. [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/reseaux-du-futur-empreinte-carbone-numerique-juillet2019.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/reseaux-du-futur-empreinte-carbone-numerique-juillet2019.pdf)

**Arcep, Smartphones, tablettes, assistants vocaux – Les terminaux, maillon faible de l'ouverture d'internet**, février 2018. [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/rapport-terminaux-fev2018.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-terminaux-fev2018.pdf)

## SITES ET AUTRES

**Hoffman-Andrews, J. "Standing on Our Own Two Feet"**, Let's Encrypt, 6 novembre 2020. <https://letsencrypt.org/2020/11/06/own-two-feet.html>

**ITU-T, « Recommandations L.1400, L1015 et L.1470 sur les méthodologies d'évaluation de l'empreinte environnementale des technologies de l'information et de la communication ou plus spécifiquement des téléphones mobiles »**. <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=11015> ; <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=13719> ; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1470/en>

**Ministère de la transition écologique et solidaire, « Consultation publique sur un projet de décret en Conseil d'Etat et arrêtés afférents, concernant l'indice de réparabilité obligatoire pour les produits électriques et électroniques »**, août 2020. <http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/indice-de-reparabilite-pour-les-produits-a2178.html>

**Scaleway - Communiqué de presse. « Ultimate Performance : Scaleway et Lenovo répondent aux usages extrêmes avec le serveur Bare Metal le plus puissant du marché »**, 19 novembre 2020. <https://www.scaleway.com/fr/pressroom/ultimate-performance-scaleway-et-lenovo-repondent-aux-usages-extremes-avec-le-serveur-bare-metal-le-plus-puissant-du-marche/>

**StatCounter – GlobalStats, "Mobile/Tablet Operating System Market Share in Europe"**, novembre 2020. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/europe> ; <https://gs.statcounter.com/os-market-share/tablet/europe>

# Glossaire

**ADSL** : L'ADSL (Asymmetric digital subscriber line) est une technologie basée sur le réseau cuivre d'Orange.

**Analyse de Cycle de Vie (ACV)** : L'analyse du cycle de vie (ACV) recense et quantifie, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines. Voir les travaux de l'ADEME pour une définition exhaustive : <https://www.ademe.fr/expertises/consommer-autrement/passer-a-l'action/dossier/analyse-cycle-vie/quest-lacv>.

**Cloud-RAN** : Le Cloud-RAN ou C-RAN (Cloud Radio Access Network) est une architecture de réseau radio d'accès centralisée et basée sur les technologies de la virtualisation et du Cloud, elle permet un déploiement efficace à large échelle et collaboratif des technologies radios et de leur virtualisation. Plusieurs initiatives de standardisation sont actuellement en cours.

**Content Delivery Network (CDN)** : Les Content Delivery Network ou réseaux de diffusion de contenu sont des plateformes utilisées par les fournisseurs de contenus et applications pour rapprocher leur contenu du client final et ainsi améliorer la qualité de service et l'expérience utilisateur tout en ayant une connectivité mondiale et en diminuant les frais d'acheminement de trafic. Réduire la distance entre les clients et les serveurs permet, globalement, de diminuer la latence, d'augmenter la performance et réduire les coûts.

**Ecoconception** : Les concepts de l'écoconception ont été posés au niveau international en 2002, avec la parution de la norme ISO/TR 14062. Celle-ci précise que l'écoconception vise à « intégrer des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produits ». La France a défini le premier fascicule de documentation sur le sujet en 1998 dans la norme maintenant abrogée, appelée FD X 30-310. L'ADEME y a fortement contribué, puis a représenté la France au niveau international et assuré le secrétariat de la rédaction de la norme ISO 14062. En 2009, la directive 2009/125/CE, déterminant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie, définit l'écoconception comme « l'intégration des caractéristiques environnementales dans la conception du produit en vue d'améliorer la performance environnementale du produit tout au long de son cycle de vie ». Le site de l'ADEME fournit des informations détaillées : <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/organiser-demarche-environnementale/dossier/ecoconcevoir-produits/enjeux-lecoconception-benefices-lentreprise-leconomie-lenvironnement>

**Ecoresponsabilité** : L'écoresponsabilité, ou responsabilité environnementale, est une démarche qui consiste à intégrer les enjeux du développement durable dans l'ensemble des activités quotidiennes. Pour le présent rapport, elle vise donc à responsabiliser les acteurs de l'écosystème numérique pour qu'ils intègrent ces enjeux lors de leurs prises de décisions.

**Edge computing** : Le edge/fog computing s'applique aussi bien aux usages fixes que mobiles. Il consiste à remplacer les « gros » centres de données centralisés par des « mini » centres de données traitant l'information à un niveau proche des utilisateurs (par exemple, au niveau d'un site mobile). Plus localisés, ils traitent une moins grande quantité d'information.

**Effet rebond** : L'effet rebond désigne la situation dans laquelle une innovation technologique permettant d'améliorer l'efficacité énergétique d'un usage, et qui devrait en théorie impliquer une réduction de l'impact énergétique total de cet usage, entraîne en pratique une augmentation de l'usage, de sorte que le gain attendu est réduit voire neutralisé par l'augmentation d'usage qui en découle au global. Il est mis en évidence pour la première fois par W. Stanley Jevons (« paradoxe de Jevons », cf, *The Coal Question; An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines*, W. Stanley Jevons, 1865.) puis actualisé par les économistes Daniel Khazzoom et Leonard Brookes (« postulat de Khazzoom-Brookes », *The Khazzoom-Brookes postulate and neoclassical growth*. *The Energy Journal*. 13 (4): 131-148, Saunders, Harry D., 1992.). Il représente un « paradoxe » dans la mesure où toute innovation technologique permettant d'améliorer l'efficacité énergétique d'un usage devrait impliquer, a priori, une réduction de l'impact énergétique total de cette activité. Or, W. Jevons observe en 1865 que, suite à l'introduction de la machine à vapeur de Watt, la consommation totale de charbon a augmenté en Angleterre malgré une utilisation plus efficace de ce dernier. Les innovations de Watt ont fait du charbon une source d'énergie plus rentable, ce qui a conduit à généraliser l'utilisation de sa machine à vapeur au sein des manufactures augmentant par-là la consommation totale de charbon.

**Emissions de gaz à effet de serre** : Elles se décomposent entre émissions directes (soit lors de la phase d'utilisation du produit considéré) et émissions indirectes (soit lors des phases amonts et avals comme la production du produit ou son recyclage). Au niveau national, la notion d'émission ne prend pas en compte les sources situées à l'étranger (contrairement à l'empreinte). En revanche, lorsqu'il est question d'émissions directes et indirectes analysées au niveau mondial, émission et empreinte correspondent à la même chose. La norme ISO 14064-1 de 2006 spécifie les principes et les exigences, au niveau des organismes pour la quantification et la rédaction de rapports sur les émissions de gaz à effet de serre et leur suppression. Elle comprend des exigences pour la conception, la mise au point, la gestion, la rédaction de rapports et la vérification de l'inventaire des GES d'un organisme. Elle distingue les émissions directes de gaz à effet de serre (scope 1), les émissions indirectes associées à l'énergie (scope 2) et les autres émissions indirectes (scope 3). L'ADEME donne une définition très complète de ces scopes : <https://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/bilan%2Bges%2Borganisation/siGras/1>

→ Émissions directes de GES (ou SCOPE 1) : Émissions directes provenant des installations fixes ou mobiles situées à l'intérieur du périmètre organisationnel, c'est-à-dire émissions provenant des sources détenues ou contrôlées par l'organisme comme par exemple : combustion des sources fixes et mobiles, procédés industriels hors combustion, émissions des ruminants, biogaz des centres d'enfouissements techniques, fuites de fluides frigorigènes, fertilisation azotée, biomasses...

→ Émissions à énergie indirectes (ou SCOPE 2) : Émissions indirectes associées à la production d'électricité, de chaleur ou de vapeur importée pour les activités de l'organisation.

→ Autres émissions indirectes (ou SCOPE 3) : Les autres émissions indirectement produites par les activités de l'organisation qui ne sont pas comptabilisées au 2 mais qui sont liées à la chaîne de valeur complète comme par exemple : l'achat de matières premières, de services ou autres produits, déplacements des salariés, transport amont et aval des marchandises, gestions des déchets générés par les activités de l'organisme, utilisation et fin de vie des produits et services vendus, immobilisation des biens et équipements de productions...

**Empreinte carbone** : L'empreinte carbone couvre à la fois les émissions directes et indirectes au niveau national ainsi que les émissions situées à l'étranger mais indispensable à l'activité, au produit ou au service dont l'empreinte est calculée.

**Empreinte environnementale** : L'empreinte environnementale se calcule de la même manière que l'empreinte carbone mais couvre plusieurs indicateurs au-delà de la seule question des gaz à effet de serre. Elle peut par exemple comprendre la consommation de ressources abiotiques, l'artificialisation des sols, la pollution de l'eau, etc.

**Encodage** : L'encodage désigne l'action permettant de changer le format d'une vidéo grâce à l'usage d'un codec (un programme) qui se charge de la transformation du fichier source en un nouveau fichier. Le développement de codecs de plus en plus efficaces (et donc de méthodes d'encodage) permet d'économiser la quantité de données nécessaires à la diffusion du fichier pour une qualité donnée identique.

**Energie primaire** : L'énergie primaire représente l'énergie « potentielle » contenue dans les ressources naturelles (comme le bois, le gaz, le pétrole, etc.) avant toute transformation. Elle se distingue de l'« énergie finale » car les processus de production, de transport et de transformation de la ressource induisent généralement des pertes.

**Fournisseur de contenus et d'applications (FCA)** : C'est une entreprise qui fournit du contenu multimédia ou des logiciels et services informatiques à ses utilisateurs au travers d'un réseau (en général internet).

**Gaz à effet de serre (GES)** : Ce sont des composants gazeux qui contribuent à l'effet de serre et sont l'un des facteurs du réchauffement climatique. Les GES recouvrent donc plusieurs gaz parmi lesquels la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone ou encore le méthane. Par simplification, les GES et le « carbone » (pour dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>) sont souvent utilisés alternativement dans la mesure où le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère et d'origine anthropique est responsable de la majeure partie de l'effet de serre anthropique et contribue, selon le GIEC, pour 78 % des émissions de GES au niveau mondial entre 1970 et 2010. (Cf. GIEC, Rapport de synthèse - Changements climatiques, 2014). Le présent rapport a recours à la même simplification et peut donc alternativement utiliser les termes « GES » et « carbone » bien que le terme carbone couvre un périmètre en réalité plus restreint que le terme GES.

**Impact environnemental du numérique** : Un impact désigne un effet produit par quelque chose, en l'espèce, le numérique sur l'environnement. Pour le présent rapport, l'usage du terme « impact environnemental » ne renvoie pas à des notions aussi précises que « empreinte carbone » ou « émissions GES » mais simplement à l'influence du numérique sur l'environnement.

**Intensité carbone** : selon l'INSEE, l'intensité en carbone est le rapport des émissions de CO<sub>2</sub> à la production de l'entreprise

**Internet des objets (IoT)** : D'un point de vue conceptuel, l'internet des objets caractérise des objets physiques connectés ayant leur propre identité numérique et capables de communiquer les uns avec les autres. D'un point de vue technique, cela consiste en l'identification numérique directe et normalisée (adresse IP, protocoles smtp, http...) d'un objet physique grâce à un système de communication sans fil qui peut être une puce RFID, Bluetooth ou Wi-Fi.

**Neutralité du Net** : La neutralité du Net ou la neutralité du réseau est un principe qui garantit l'égalité de traitement de tous les flux de données sur internet. Ce principe exclut par exemple toute discrimination positive ou négative à l'égard de la source, de la destination ou du contenu de l'information transmise sur le réseau.

**Partie terminale du réseau** : Dans le cas de l'infrastructure en fibre optique jusqu'à l'abonné (FttH), la partie terminale du réseau correspond à la toute dernière portion du réseau d'accès et se situe après le point de mutualisation (PM). Elle représente la plus grande partie du réseau en nombre de kilomètres cumulés et est entièrement mutualisée entre les opérateurs de communications électroniques.

**PCR (Product category rules)** : Ce sont des documents qui spécifient des règles prédéterminées pour permettre la conduite d'une analyse de cycle de vie d'une catégorie de produits et déterminent le format des déclarations environnementales. Ils sont indispensables pour l'évaluation des différents impacts environnementaux.

**PUE (Power usage effectiveness)** : Le PUE est une métrique utilisée pour évaluer l'efficacité énergétique d'un centre de données. Il représente le ratio entre l'énergie totale utilisée et l'énergie nécessaire aux équipements informatiques au sein du centre de données.

**Réseau d'accès** : Le réseau d'accès désigne l'ensemble des moyens servant à relier des terminaux de télécommunication à un commutateur du réseau d'infrastructure. Dans l'exemple du fixe, il désigne généralement la boucle d'accès local soit le segment du réseau entre l'abonné et le Nœud de Raccordement Optique (NRO) pour la fibre ou Nœud de Raccordement Abonné (NRA) pour le cuivre.

**Réseau de collecte** : Le réseau de collecte désigne la partie d'un réseau d'infrastructure, à l'amont du réseau de collecte et qui assure le transport des signaux entre le réseau dorsal et les réseaux d'accès.

**Réseau dorsal (ou cœur de réseau)** : Le cœur de réseau représente la partie principale d'un réseau d'infrastructure, caractérisée par un débit élevé, qui concentre des signaux provenant des autres parties du réseau et les transporte entre celles-ci ou vers d'autres réseaux.

**Ressources abiotiques** : L'adjectif abiotique signifie « sans présence de la vie ». Les ressources abiotiques renvoient à des éléments tel que l'eau, les terres rares, les énergies fossiles tel que le pétrole ou tout autre ressource, généralement en quantité limitée.

**Réseau Téléphonique Commuté (RTC)** : Le réseau téléphonique commuté est la technologie historique du service téléphonique fixe (téléphone branché directement à la prise en « T »).

**Small cells** : Les small cells ou petites cellules correspondent à de « mini-sites mobiles », de faible puissance et de faible portée (environ 100m).

**Système d'exploitation (OS)** : Un système d'exploitation est un ensemble de programmes permettant de diriger les ressources d'un terminal informatique. Il comporte également une interface utilisateur permettant à ce dernier d'interagir avec le terminal informatique. Plus simplement, c'est un ensemble de programmes permettant de faire fonctionner et contrôler un appareil informatique.





## **Atelier partenaire**

**« Risque cyber, risque  
environnemental »  
organisé par l'ANSSI**

**Suite à l'invitation formulée par l'ARCEP, l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) a organisé le 25 novembre 2020, un atelier collaboratif en ligne intitulé « Risque environnemental, risque cyber ».**

L'objectif de cet atelier était d'explorer, pour la première fois, les liens entre cybersécurité et environnement. Cet atelier, également organisé dans le cadre de la première participation de l'ANSSI au mois de l'innovation publique, a réuni près d'une cinquantaine de personnes de l'écosystème de la cybersécurité et du numérique, la société civile ; de France, de l'Union européenne (ENISA) et plus largement du monde francophone.

Au départ de la réflexion, une interrogation : considérée comme un sous-ensemble des activités numériques du point de vue de son impact sur l'environnement, quelle part la cybersécurité peut-elle et doit-elle prendre à l'effort de construction d'un numérique plus soutenable sur le

plan environnemental ? Possède-t-elle des spécificités en la matière méritant d'être examinées ? Comment permettre une meilleure maîtrise de l'impact environnemental de la cybersécurité sans renoncer à une ambition toujours plus grande en faveur de la sécurité et de la confiance numérique ? Au-delà, existe-t-il entre les deux domaines, des adhésions, proximités voire des défis en commun à relever ensemble ? Quelles synergies entre les spécialistes des deux domaines pourraient, le cas échéant, être envisagées ?

Afin d'ouvrir la réflexion sur ces questions, l'atelier s'est articulé en trois temps : une présentation de la démarche (Jean-Baptiste Demaison, responsable de l'innovation publique, ANSSI) suivie d'une phase d'inspiration, au travers de deux interventions, consacrées aux principaux défis liés à la prise en compte des risques cyber (Camille Dubedout, doctorante, division management de la sécurité numérique, ANSSI) et des risques pour l'environnement (Fabien Gainier, formateur développement durable à l'EDHEC). Ce premier temps visait à offrir à chaque participant un socle commun de connaissances et à susciter de premiers éléments de réflexion.

Un premier échange en groupes, en vue d'explorer les proximités susceptibles d'exister entre cybersécurité et environnement, partant de l'hypothèse que ceux-ci partagent des points en commun, à commencer par la notion de « risque », présente dans l'intitulé de l'atelier.

Un second temps d'échange, durant lequel les participants ont été invités à prendre connaissance d'un article fictif et pros-



### **Atelier collaboratif**

**« Risque cyber, risque environnemental »**

**25 novembre 2020**  
9h30 – 12h

Mois de l'innovation publique.



pectif décrivant une cybersécurité française ayant en 2025, réussissant à maîtriser son impact environnemental tout en faisant émerger, avec les spécialistes de l'environnement, des synergies bénéficiant aux deux domaines (article fictif disponible pour sur le site de l'ANSSI). Les participants ont ensuite été invités à identifier les principaux défis ayant été relevés par les pouvoirs publics et l'ensemble des acteurs de l'écosystème, pour parvenir à ce succès anticipé.

Dans un dernier temps, chaque groupe a été invité à imaginer les solutions concrètes (axes de travail, initiatives, concepts, etc.) qui pourraient être déployées pour permettre de relever les défis préalablement identifiés. Cette troisième phase s'est conclue par une restitution de deux solutions par groupe en plénière.

L'ensemble des travaux en groupes a bénéficié de l'accompagnement d'une équipe de facilitation (Lisa Allemand, division management de la sécurité numérique ; Aline Barrault, division communication, ANSSI ; Juliette Baron, Etat-major de la sous-direction stratégie, ANSSI ; Jean-Baptiste Demaison, ANSSI ; Camille Dubedout et Laurent Toustou, programme numérique soutenable, ARCEP).

L'atelier a, tout d'abord, permis d'identifier plusieurs adhérences entre les deux domaines autour de deux axes principaux :

- **Des concepts et caractéristiques partagés, dans des contextes distincts :**
  - La notion de risque : pour la sécurité et la confiance numérique suscitée par les menaces émanant du cyberspace à l'encontre des systèmes d'information et des données, mais aussi risques posés par les activités humaines pour les grands équilibres du vivant, y compris du fait de l'essor des technologies et services numériques.
  - La notion de crise : cyber, lorsque les incidents informatiques prennent une certaine ampleur, souvent au-delà des frontières d'un seul Etat ; environnementale lorsque les grands équilibres du vivant sont perturbés à l'échelle le plus souvent globale, à l'instar de la crise climatique. Et dans les deux cas des conséquences éminemment locales.
  - La notion d'écosystème à protéger : celui du numérique et du vivant, dans leur complexité et leur logique respec-

tive d'interdépendances complexes.

- La notion de résilience : des écosystèmes concernés, face aux crises subies.
- L'essor de l'intérêt suscité par les deux domaines au sein de la société civile, des acteurs publics, des entreprises, du monde de la recherche et de l'innovation.
- **Des défis en commun :**
  - Celui du développement d'un numérique « durable » – au sens de sa capacité à « durer » – ressource commune (ou « commun ») des acteurs de la cybersécurité – œuvrant à la sécurisation de systèmes et des données indispensables à la confiance dans les usages permis par le numérique – et des acteurs engagés en faveur de la transition écologique du numérique, indispensable à son développement dans la durée.
  - Au-delà du numérique, celui de la construction d'une société résiliente, les risques pour la cybersécurité et l'environnement constituant deux des défis les plus critiques et systémiques pour la société et l'économie aujourd'hui et dans les années à venir.
  - Par extension, le défi de convaincre les décideurs, en particulier au sein des entreprises, qu'une absence d'effort – notamment budgétaire – en faveur de la maîtrise de leur cybersécurité et de leur impact environnemental, pourrait être à même de menacer un jour leur activité voire leur modèle économique.

La projection en 2025 dans un futur où les acteurs de la cybersécurité et de l'environnement auraient relevé ensemble plusieurs défis clés, a permis d'identifier des défis susceptibles de guider leur action dans les années à venir. Trois catégories de défis ont notamment été évoquées :

- **Œuvrer à une meilleure maîtrise de l'impact environnemental de la cybersécurité**
  - Le défi de la formation/sensibilisation des spécialistes de la cybersécurité aux enjeux environnementaux pour crédibiliser et convaincre que la cybersécurité doit et peut prendre sa part dans la maîtrise de l'impact environnemental du numérique.
  - Le défi de l'évaluation précise de l'impact environnemental des activités de cybersécurité (ex. cyberdéfense), des outils et équipements mobilisés mais

redondance des données à des fins de résilience). Disposer de données fiables sur la durée et les partager afin de faciliter la régulation par la donnée.

- A partir de cette évaluation, le défi de la construction d'une cybersécurité à la fois ambitieuse sur le plan de la sécurité et proportionnée sur le plan de son impact environnemental, que l'approche du « minimalisme » pourrait, en partie, inspirer, s'agissant en particulier :
    - Des activités, outils et équipements sous-jacents, afin notamment de mieux maîtriser la consommation énergétique et l'empreinte carbone associées.
    - Des mesures préconisées en matière de sécurité des systèmes d'information. Se pencher, en particulier, sur l'enjeu prioritaire de la lutte contre l'obsolescence, afin que le maintien en condition de sécurité des solutions numériques ne soit pas un encouragement à leur renouvellement trop fréquent.
  - **Poser la question des atouts de la cybersécurité pour l'environnement et des menaces cyber liées aux crises environnementales**
    - Le défi de l'identification des dimensions à placer au crédit du bilan environnemental de la cybersécurité – ouvrant la voie à d'éventuelles coopérations – en contribuant, par exemple, à :
      - Éviter certains risques pour l'environnement (ex. empêcher le sabotage informatique d'infrastructures permettant d'éviter des pollutions ; éviter l'utilisation frauduleuse d'équipements informatiques tels que des objets connectés constitutifs de réseaux de bots, consommant de l'énergie supplémentaire de manière illégitime et illicite).
      - Réduire l'impact environnemental de certaines activités, en permettant, par exemple, de substituer aux transports (notamment en avion) des usages numériques à distance.
      - Contribuer à sécuriser le volet numérique de la transition écologique (ex. les technologies placées au service de l'optimisation de la production et de la consommation énergétique ; la cybersécurité des entreprises, associations, opérateurs publics, proposant des solutions écoresponsables, etc.).
    - Le défi d'une meilleure évaluation des
- risques suscités par les crises environnementales – tout comme les crises sanitaires – du point de vue de la cybersécurité :
- Recrudescence d'actes malveillants dans le cyberspace.
  - Atteintes à la sécurité physique d'équipements (ex. surchauffe de data centers en période de canicule).
- **Explorer les synergies entre les deux domaines de la cybersécurité et de la transition écologique**
  - Le défi de parvenir à concilier et, par-dessus tout, éviter de devoir choisir entre la prise en compte des risques cyber et environnementaux dans les organisations.
  - Au-delà, le défi de l'émergence d'approches et de démarches partagées, vertueuses sur les deux plans, autour d'une ambition commune : celle d'un numérique durable, car sûr, protégeant les données et respectueux de l'environnement. Envisager en particulier, la possibilité de coopérations, y compris techniques, susceptibles de permettre l'émergence de solutions innovantes compatibles des exigences cyber et environnementales. Ce faisant, mettre la R&I des centres de recherche et des entreprises au service de la conception de solutions numériques ou de cybersécurité, by design sécurisées et respectueuses de l'environnement, notamment en termes de consommation énergétique.
- A partir de ces défis, plusieurs pistes de solutions concrètes ont été évoquées par les différents groupes. Ont notamment été proposées les actions suivantes :
- **Valoriser l'approche par le risque** comme clé de voute d'une cybersécurité exigeante mais également proportionnée dans les mesures recommandées au regard de leur impact environnemental.
  - Au-delà du risque, **inclure par défaut une prise en compte des impacts environnementaux dans la construction des recommandations et mesures de cybersécurité**, sans amoindrir l'ambition en matière de sécurité. Proposer, notamment, des solutions permettant de combiner lutte contre l'obsolescence trop rapide des équipements et maintien en conditions de sécurité.

- Développer l'éducation et la sensibilisation des acteurs de la cybersécurité aux enjeux environnementaux, en particulier en vue de leur intégration dès la conception des solutions (équipements, services), afin d'une part de faire émerger une cybersécurité plus sobre et, d'autre part, de faire en sorte que la *low* et la *green tech* ne soient pas dénuées d'une composante sécurité.
- Initier un dialogue entre les acteurs publics en charge des questions de cybersécurité (ex. ANSSI) et de transition environnementale (ex. ADEME). Encourager et accompagner, plus généralement, les initiatives de l'ensemble des acteurs des écosystèmes cyber et environnement. Considérer la dimension européenne et internationale de la prise en compte de ces défis.
- A la faveur de ce dialogue, réfléchir à l'émergence d'un concept fédérateur, autour d'un « commun » numérique, celui de « sustainable by design » (durable par conception) venant fédérer les différents concepts de « security by design », « privacy by design » avec la nécessité de solutions maîtrisées by design s'agissant de leur empreinte environnementale.
- Dans ce cadre, explorer les pistes de coopération sur des sujets concrets tels que :
  - L'évaluation précise de l'impact environnemental des différentes « briques » de la cybersécurité.
  - L'émergence de certifications conjointes en matière de sécurité et de sobriété environnementale de solutions numériques ou a minima ne se portant pas respectivement préjudice, du point de vue des exigences formulées.
  - Le découragement du recours au matériel informatique personnel (BYOD, *bring your own device*) augmentant la surface numérique pouvant faire l'objet de cyberattaques (surface d'attaque) ainsi que le nombre d'équipements produits et utilisés, augmentant d'autant le nombre de déchets liés au numérique.

Ce contenu est mis à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International](#).

