

SÉNAT

SESSION ORDINAIRE DE 2019-2020

RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

*au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable par la mission d'information sur l'empreinte environnementale du numérique (1) pour une **transition numérique écologique**,*

Par MM. Hervé MAUREY,

Président de la commission,

Patrick CHAIZE,

Président de la mission d'information

Guillaume CHEVROLLIER et Jean-Michel HOULLEGATTE,

Rapporteurs

(1) Cette mission d'information est composée de : Mme Éliane Assassi, MM. Joël Bigot, Jean-Marc Boyer, Patrick Chaize (président), Guillaume Chevrollier (rapporteur), Mme Marta de Cidrac, M. Ronan Dantec, Mme Martine Filleul, MM. Alain Fouché, Jean-Michel Houllegatte (rapporteur), Jean François Longeot, Frédéric Marchand, Mmes Françoise Ramond et Nadia Sollogoub

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
L'ESSENTIEL.....	7
LES TRAVAUX DE LA MISSION.....	17
LES PROPOSITIONS DE LA MISSION	19
I. FAIRE PRENDRE CONSCIENCE AUX UTILISATEURS DU NUMÉRIQUE DE SON IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	19
A. EN AMÉLIORANT LA CONNAISSANCE SUR UN SUJET ENCORE TROP PEU DOCUMENTÉ ET TROP MÉCONNU DU GRAND PUBLIC	19
1. <i>Lancer une grande campagne de sensibilisation incitant les utilisateurs à adopter les gestes numériques éco-responsables</i>	<i>19</i>
2. <i>Mieux informer les utilisateurs de l'empreinte carbone de leurs terminaux et usages numériques.....</i>	<i>21</i>
3. <i>Mettre à disposition du public une base de données permettant de calculer les impacts environnementaux du numérique</i>	<i>24</i>
4. <i>Former les nouvelles générations à un numérique sobre.....</i>	<i>24</i>
5. <i>Créer un observatoire de recherche des impacts environnementaux du numérique</i>	<i>26</i>
B. EN DEMANDANT AUX ACTEURS PRIVÉS ET PUBLICS D'INTÉGRER L'ENJEU ENVIRONNEMENTAL DANS LEUR STRATÉGIE NUMÉRIQUE	27
1. <i>Inscrire l'impact environnemental du numérique dans le bilan RSE des entreprises et créer un crédit d'impôt pour les PME et TPE pour la réalisation de mesures d'impact environnemental.....</i>	<i>27</i>
2. <i>Mettre à disposition des collectivités territoriales un cadre méthodologique d'évaluation environnementale des projets smart</i>	<i>28</i>
II. LIMITER LE RENOUVELLEMENT DES TERMINAUX, DONT LA FABRICATION ET LA DISTRIBUTION REPRÉSENTENT 70 % DE L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE EN FRANCE.....	30
A. EN TAXANT LES EXTERNALITÉS NÉGATIVES LIÉES À LEUR FABRICATION : INTRODUIRE UNE TAXE CARBONE AUX FRONTIÈRES EUROPÉENNES POUR INTERNALISER LE COÛT ENVIRONNEMENTAL DES TERMINAUX IMPORTÉS..	35
B. EN LUTTANT CONTRE L'OBSOLESCENCE PROGRAMMÉE ET L'OBSOLESCENCE LOGICIELLE	36
1. <i>Renforcer les sanctions pour obsolescence programmée.....</i>	<i>36</i>
2. <i>Renforcer la lutte contre l'obsolescence logicielle</i>	<i>38</i>

C. EN FAVORISANT LE RÉEMPLOI ET LA RÉPARATION.....	39
1. Renforcer l'ambition en matière de réparation et de réemploi par un taux de TVA réduit et l'inscription d'objectifs ambitieux dans le cahier des charges des éco-organismes	39
2. Activer le levier de la commande publique pour contribuer à renforcer les marchés de réemploi et de réparation	41
3. Conditionner les aides à la numérisation des entreprises dans le cadre du plan de relance à l'intégration d'une ambition environnementale	42
III. FAIRE ÉMERGER ET DÉVELOPPER DES USAGES DU NUMÉRIQUE ÉCOLOGIQUEMENT VERTUEUX.....	43
A. EN DÉFINISSANT LES DONNÉES COMME UNE RESSOURCE NÉCESSITANT UNE GESTION DURABLE : PRÉVOIR UNE CONSÉCRATION LÉGISLATIVE DE LA DONNÉE COMME UNE RESSOURCE NÉCESSITANT UNE GESTION DURABLE.....	43
B. EN RÉGULANT L'OFFRE DES FORFAITS TÉLÉPHONIQUES :INTERDIRE LES FORFAITS MOBILES AVEC UN ACCÈS AUX DONNÉES ILLIMITÉES ET RENDRE OBLIGATOIRE UNE TARIFICATION PROPORTIONNELLE AU VOLUME DE DONNÉES DU FORFAIT.....	44
C. EN LIMITANT L'IMPACT DES USAGES VIDÉO : ENCADRER LE STREAMING VIDÉO, QUI REPRÉSENTE 60 % DU TRAFIC INTERNET MONDIAL.....	45
D. EN AMÉLIORANT L'ÉCOCONCEPTION DES SITES ET SERVICES NUMÉRIQUES.....	48
1. Accompagner, à court terme, les administrations dans l'écoconception des sites et services numériques.....	48
2. Rendre obligatoire, à moyen terme, l'écoconception des sites publics et des plus grands sites privés	50
E. EN PERMETTANT UNE « RÉGULATION DE L'ATTENTION »	51
1. Prévoir une obligation de reporting des fournisseurs de contenus sur les stratégies cognitives utilisées pour accroître les usages	51
2. Interdire certaines pratiques comme le lancement automatique des vidéos et le scroll infini	52
IV. ALLER VERS DES DATA CENTERS ET DES RÉSEAUX MOINS ÉNERGIVORES	53
A. EN AMÉLIORANT LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES DATA CENTERS, RESPONSABLES DE 14 % DE L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE EN FRANCE	53
1. Inciter à l'installation de data centers en France et conditionner l'avantage fiscal existant à des critères de performance environnementale.....	54
2. Renforcer la complémentarité entre data centers et énergies renouvelables.....	57
B. EN AMÉLIORANT PLUS ENCORE LA SOBRIÉTÉ DES RÉSEAUX, RESPONSABLES DE 5 % DE L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE EN FRANCE	58
1. Atteindre les objectifs du plan France très haut débit pour améliorer la connectivité fibre, réseau le moins énergivore	58
2. Engager une réflexion pour réduire la consommation électrique des box	60
3. Évaluer l'empreinte environnementale de la 5G.....	60

TRAVAUX EN COMMISSION	65
I. TABLE RONDE RELATIVE À L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE - MERCREDI 29 JANVIER 2020.....	65
II. EXAMEN EN COMMISSION - MERCREDI 24 JUIN 2020.....	76
LISTE DES PERSONNES ENTENDUES	77
LISTE DES CONTRIBUTIONS ÉCRITES.....	79

L'ESSENTIEL

I. LE NUMÉRIQUE, ANGLE MORT DES POLITIQUES ENVIRONNEMENTALES ET CLIMATIQUES

Formidable outil de résilience de notre société et de notre économie durant la crise sanitaire, le numérique sera demain au cœur de la relance économique, avec la perspective d'accélérer la transition numérique et, à plus long terme, d'exploiter les perspectives ouvertes par le développement de l'intelligence artificielle.

Les chiffres du secteur reflètent **sa croissance continue** : équipement voire sur-équipement des Français (93 % d'entre eux possédaient un téléphone mobile en 2017¹), hausse continue des **usages** (la consommation de données mobiles 4G augmente de près de 30 % par an², poussé notamment par le *streaming* vidéo qui représente environ 60 % du trafic en France) et augmentation considérable des **investissements** dans le secteur numérique (pour la première fois, les montants investis en France par les opérateurs de communications électroniques pour déployer les réseaux fixes et mobiles ont dépassé les 10 milliards d'euros en 2019³).

Secteur économique majeur, le numérique est pourtant largement ignoré en tant que tel des politiques publiques visant à atteindre les objectifs climatiques fixés par l'Accord de Paris : il n'existe pas de stratégie transversale publique visant à en atténuer les impacts environnementaux.

Or, il est indispensable que les gains environnementaux indirectement permis par le numérique (facilitation de l'accès aux bornes de recharge dans les transports, bâtiments intelligents par exemple)⁴ ne soient pas annulés par ses impacts directs et quantifiables en termes d'émissions de gaz à effet de serre, d'utilisation des ressources abiotiques, de consommation d'énergie et d'utilisation d'eau douce.

Si la prise de conscience a récemment progressé sur ce sujet⁵, les utilisateurs du numérique oublient encore bien souvent que les échanges numériques dits « dématérialisés » ne peuvent exister qu'en s'appuyant sur un secteur bien matériel composé de terminaux, de centres informatiques et de réseaux. *« Comme cette pollution ne se voit pas, nous sommes dans le*

¹ Étude de l'Insee L'économie et la société à l'ère du numérique, novembre 2019.

² Source : audition des principaux opérateurs français menée par la mission d'information.

³ Arcep, Observatoire des marchés de communication électronique, juin 2020.

⁴ Rapport The Enablement effect, Carbone Trust, novembre 2019 (commande de la GSM Association).

⁵ 44 % des Français considèrent en 2019 les ordinateurs et Internet comme une menace pour l'environnement (contre 35 % en 2008), selon The Shift Project, Lean ICT : pour une sobriété numérique, 2018.

ressort de l'impensé», indiquait le président de l'Ademe devant la commission le 5 février 2020¹.

La plupart des chiffres disponibles aujourd'hui établissent que le numérique serait à l'origine de **3,7 % des émissions totales de gaz à effet de serre (GES) dans le monde en 2018²** et de **4,2 % de la consommation mondiale d'énergie primaire³**. **44 %** de cette empreinte serait due à la **fabrication** des terminaux, des centres informatiques et des réseaux et **56 %** à leur **utilisation**.

Cet impact environnemental concerne également les **ressources minérales et l'eau**. La croissance du numérique se traduit en effet par l'utilisation d'une **quantité croissante de métaux**, encore aujourd'hui très **peu recyclés⁴**. Leur **extraction et leur raffinage sont fortement émetteurs de gaz à effet de serre** et nécessitent de **grandes quantités d'eau et d'énergie**.

II. UNE ÉVALUATION INÉDITE : L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE EN FRANCE

Si ces constats sont bien étayés par des chiffres à l'échelle mondiale, les travaux existants à l'échelle **nationale** sont aujourd'hui parcellaires⁵.

C'est pourquoi la commission a souhaité pouvoir disposer d'une étude comportant des éléments chiffrés sur l'empreinte carbone du numérique en France, ses particularités par rapport aux tendances mondiales et son évolution à l'horizon 2040. Les conclusions qui s'en dégagent doivent permettre de définir les leviers d'action les plus pertinents en France pour concilier transition numérique et transition écologique.

D'après les résultats de cette étude⁶, **le numérique constitue en France une source importante d'émissions de gaz à effet de serre**

¹ <http://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20200203/devdur.html>

² *The Shift Project, Lean ICT : pour une sobriété numérique*, 2018.

³ *GreenIT.fr, Frédéric Bordage, Empreinte environnementale du numérique mondial*, septembre 2019.

⁴ *Le rapport du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) de 2011 sur le taux de recyclage des métaux (UNEP, Recycling rates of metals, a status report, 2011) montre que moins d'un tiers des 60 métaux étudiés ont un taux de recyclage en fin de vie supérieur à 50 % et 34 métaux sont en dessous de 1 % de recyclage.*

⁵ *Une étude du GreenIT.fr sur les impacts environnementaux du numérique en France en 2019 a également été rendue publique le 23 juin 2020, soit la veille de l'adoption du présent rapport.*

⁶ *Les chiffres présentés ici pour la France sont issus de l'étude relative à l'évaluation des politiques publiques menées pour réduire l'empreinte carbone du numérique (juin 2020), réalisée par le cabinet Citizing, épaulé par Hugues Ferreboeuf et le cabinet KPMG, à la demande de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable du Sénat au titre de l'accord-cadre multi-attributaires passé par le Sénat à l'automne 2018, au terme d'une procédure d'appel d'offres ouvert pour la réalisation d'études d'évaluation de l'impact ex ante ou ex post de dispositions juridiques ou d'évaluation de politiques publiques pour le compte des commissions, délégations et structures temporaires du Sénat.*

(15 millions de tonnes équivalent CO₂), soit 2 % du total des émissions en 2019), qui pourrait s'accroître considérablement dans les années à venir si rien n'était fait pour en réduire l'impact (+ 60 % d'ici 2040, pour atteindre 24 MtCO₂eq).

En 2040, si tous les autres secteurs réalisent des économies de carbone conformément aux engagements de l'Accord de Paris et si aucune politique publique de sobriété numérique n'est déployée, le numérique pourrait atteindre près de 7 % (6,7 %) des émissions de gaz à effet de serre de la France, un niveau bien supérieur à celui actuellement émis par le transport aérien (4,7 %¹). Cette croissance serait notamment portée par l'essor de l'Internet des objets (IoT) et les émissions des *data centers*. Le coût collectif de ces émissions pourrait passer de 1 à 12 milliards d'euros entre 2019 et 2040².

Les résultats de l'étude démontrent par ailleurs que les **terminaux**³ sont à l'origine d'une très grande part des impacts environnementaux du numérique (81 %), plus encore qu'à l'échelle mondiale (selon le GreenIT.fr⁴, les terminaux représentent 63 % des gaz à effet de serre émis par le secteur).

La **fabrication et la distribution** (la « phase amont ») de ces terminaux utilisés en France engendrent 86 % de leurs émissions totales et sont donc responsables de 70 % de l'empreinte carbone totale du numérique en France. Cette proportion – bien supérieure aux 40 % que l'on observe au niveau mondial – s'explique principalement par les opérations consommatrices d'énergie fossile comme l'extraction de matériaux nécessitées par leur fabrication et par le fait que ces terminaux sont largement importés de pays d'Asie du Sud-Est, où l'intensité carbone de l'électricité est bien plus importante qu'en France.

Les implications de ces constats sont majeures. La réduction de l'empreinte carbone du numérique en France devra en effet tout particulièrement passer par une limitation du renouvellement des terminaux, alors que la durée de vie d'un *smartphone* est aujourd'hui de 23 mois.

Il s'agit là d'un **impératif environnemental mais aussi économique** : en passant du tout-jetable – alimenté par des imports qui grèvent la balance commerciale du pays – à un modèle circulaire

¹ Source : Direction générale de l'aviation civile.

² Cette estimation s'appuie sur l'équivalent monétaire du carbone, indicateur permettant d'attribuer une valeur monétaire au carbone produit ou évité. Les résultats de l'étude montrent qu'il aurait été opportun, pour atteindre la neutralité carbone du secteur numérique en 2019, de conduire des politiques dont le coût atteindrait 1 milliard d'euros. En 2040, atteindre la neutralité carbone du secteur numérique coûtera 12 milliards d'euros à la collectivité.

³ Les terminaux retenus ici regroupent les smartphones, les ordinateurs portables, les ordinateurs fixes, les imprimantes, les écrans d'ordinateur, les tablettes, les téléviseurs, les box, les consoles de jeu et de salon, les consoles de jeu portables, les casques de réalité virtuelle, les enceintes connectées, les écrans publicitaires et les modules de connexion IoT.

⁴ GreenIT.fr, Empreinte environnementale du numérique mondial, 2019.

- s'appuyant sur un écosystème industriel capable de proposer des terminaux reconditionnés et d'offrir des solutions de réparation - les politiques publiques peuvent **favoriser la création durable d'emplois non délocalisables, et implantés dans les territoires.**

À cet égard, la réduction de l'empreinte environnementale du numérique en France constitue également un acte de **souveraineté économique**. La relocalisation des activités contribuera à réduire le bilan carbone du numérique français, dont **80 % des émissions sont produites à l'étranger.**

La « **relance verte** », qui devra être compatible avec les engagements de la France dans le cadre de l'Accord de Paris, ne pourra pas faire l'économie de la **définition d'une véritable stratégie de réduction de l'empreinte environnementale du numérique**. C'est la condition *sine qua non* pour réussir une **transition numérique écologique**. Il s'agit également d'une **attente citoyenne forte** : la Convention citoyenne pour le climat, qui a présenté le résultat de ses travaux le 18 juin dernier, a fait de l'accompagnement du numérique vers un modèle plus vertueux¹ une de ses 150 propositions pour accélérer la lutte contre le réchauffement climatique.

III. LA FEUILLE DE ROUTE DE LA MISSION

A. FAIRE PRENDRE CONSCIENCE AUX UTILISATEURS DU NUMÉRIQUE DE SON IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Faire prendre conscience aux utilisateurs du numérique de l'impact environnemental du numérique - encore trop peu documenté et méconnu - constitue un préalable indispensable pour les inciter à le réduire.

La connaissance du public sur ce sujet doit être développée, en lançant une **grande campagne de sensibilisation** incitant les utilisateurs à adopter les gestes numériques éco-responsables, en développant une **application** leur permettant de calculer leur empreinte carbone individuelle, en mettant à disposition de tous, en particulier des professionnels, une **base de données facilitant la réalisation d'études d'impact** des projets numériques, en **formant les nouvelles générations à un numérique sobre** et enfin, en créant un **observatoire de recherche** des impacts environnementaux du numérique placé auprès de l'Ademe.

Les acteurs publics et privés doivent également **intégrer l'enjeu environnemental dans leur stratégie numérique** : à cette fin, la mission propose d'inscrire l'impact environnemental du numérique dans le **bilan**

¹ Proposition n° 150 de la Convention citoyenne pour le climat : Accompagner l'évolution du numérique pour réduire ses impacts.

RSE des entreprises, de créer un **crédit d'impôt pour les PME et TPE** pour la réalisation de mesures d'impact environnemental des services numériques et de construire un cadre méthodologique d'**évaluation environnementale des projets smart**, mis à disposition des collectivités territoriales, avec un soutien financier de l'Agence nationale de la cohésion des territoires (ANCT).

B. LIMITER LE RENOUVELLEMENT DES TERMINAUX DONT LA FABRICATION ET LA DISTRIBUTION REPRÉSENTENT 70 % DE L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE EN FRANCE

Pour réduire l'empreinte environnementale liée au renouvellement des terminaux, la mission d'information recommande de **taxer les externalités négatives** liées à la fabrication des terminaux par **l'introduction d'une taxe carbone aux frontières européennes**, de renforcer les **sanctions** existantes pour **obsolescence programmée**, de renforcer la lutte contre **l'obsolescence logicielle** et surtout de **favoriser le réemploi et la réparation des terminaux**, *via* la mise en place d'un **taux de TVA réduit** sur ces activités, l'inscription d'objectifs ambitieux dans les cahiers des charges des éco-organismes de la filière DEEE ou encore l'activation du levier de la commande publique pour contribuer à renforcer les marchés de réemploi et de réparation.

La mission appelle également à **conditionner** les aides à la numérisation des entreprises dans le cadre du **plan de relance** à l'intégration d'une ambition environnementale, privilégiant par exemple l'acquisition de terminaux reconditionnés à l'achat d'équipements neufs.

C. FAIRE ÉMERGER ET DÉVELOPPER DES USAGES DU NUMÉRIQUE ÉCOLOGIQUEMENT VERTUEUX

Par ailleurs, la mission d'information juge nécessaire de **faire émerger et de développer des usages du numérique écologiquement vertueux**, afin de **contrer les effets rebonds** mis en évidence par les résultats de l'étude commandée. Depuis plusieurs années, les gains d'efficacité énergétique des réseaux et des *data centers* sont en effet **annulés** par l'accroissement continu des usages.

Pour ce faire, la mission appelle à définir les données comme une **ressource nécessitant une gestion durable**, à **réguler l'offre des forfaits téléphoniques**, par exemple par l'interdiction des forfaits mobiles avec un accès aux données illimitées, ou encore **améliorer l'écoconception** des sites et services numériques, qui pourrait être rendue obligatoire à moyen-terme pour les administrations et les grandes entreprises.

En outre, un **encadrement des usages vidéo** semble particulièrement nécessaire. Le *streaming* vidéo représente en effet 60 % du trafic Internet

mondial et provoque **un important phénomène de « fuites carbone »** : 53 % des émissions de gaz à effet de serre dues à l'utilisation de *data centers*, ont ainsi été produites à l'étranger, notamment pour le visionnage de vidéos. Pour mieux réguler ces usages, la mission estime nécessaire de contraindre les grands fournisseurs de contenus à **adapter la qualité de la vidéo téléchargée** à la résolution maximale du terminal ou encore d'introduire d'une **taxe prélevée sur les plus gros émetteurs de données** afin d'inciter à une injection plus raisonnable de données sur le réseau.

La mission propose également de **bâtir une « régulation de l'attention »**, notamment en **interdisant** certaines pratiques comme le **lancement automatique des vidéos et le scroll infini**.

D. ALLER VERS DES DATA CENTERS ET DES RÉSEAUX MOINS ÉNERGIVORES

Enfin, la mission d'information appelle à **améliorer la performance énergétique et la sobriété des *data centers* (centres informatiques) et des réseaux**.

Si les **centres informatiques** ne sont aujourd'hui responsables que de **14 % de l'empreinte carbone du numérique en France**, leurs émissions pourraient **croître de 86 % d'ici 2040**, en raison de l'accroissement continu des usages, du dynamisme du *edge computing*¹ stimulé par le développement de l'IoT, et du ralentissement des gains d'efficacité énergétique.

Pour atténuer la hausse prévisible des émissions des *data centers*, la mission d'information recommande de **favoriser l'installation de *data centers* en France** – qui dispose d'un mix énergétique peu carboné – en renforçant l'avantage fiscal existant et en le conditionnant à des critères de performance environnementale et de faire des *data centers* des **leviers de flexibilité énergétique** permettant de stocker l'électricité des installations d'énergies renouvelables intermittentes.

Pour **améliorer plus encore la sobriété des réseaux**, la mission rappelle enfin la nécessaire d'atteindre les **objectifs du plan France très haut débit** pour améliorer la connectivité fibre, réseau le moins énergivore. Elle propose par ailleurs d'engager une généralisation des technologies de **mise en veille des *box* Internet** et une **mutualisation** de ces équipements dans les habitats collectifs, et d'engager une réflexion sur l'extinction des anciennes générations mobiles toujours consommatrices d'électricité.

¹ Aujourd'hui peu développés, ces centres informatiques se caractérisent par leur petite taille et leur plus forte proximité des utilisateurs, pouvant par exemple être installés sur des sites industriels. Avec l'accélération de l'Internet des objets et de l'Internet industriel des objets (IoT et IIoT) facilitée par le développement de la 5G, le edge computing devrait se déployer plus massivement dans les années à venir.

Enfin, alors que les enchères permettant de lancer le déploiement de la 5G devraient avoir lieu en septembre, la mission d'information **regrette qu'aucune évaluation de l'impact environnemental** de cette nouvelle technologie mobile n'ait encore été mise à disposition du public et des parlementaires. À l'instar du président de l'Ademe, qui avait déclaré, lors de son audition devant la commission le 5 février 2020, réclamer « *une étude d'impact environnemental sérieuse sur le déploiement de la 5G* »¹, **la mission demande donc que la 5G fasse enfin l'objet d'une étude d'impact complète, intégrant les effets de la technologie sur les consommations énergétiques des opérateurs, mais aussi les effets induits sur la fabrication et sur le renouvellement des terminaux, ainsi que les impacts sur les consommations des *data centers*. Par un courrier daté du 10 avril 2020, le Président du Sénat a demandé au Haut Conseil pour le climat de procéder à cette évaluation**, sur le fondement de l'article L.132-5 du code de l'environnement².

¹ <http://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20200203/devdur.html>

² L'article L. 132-5 du code de l'environnement permet au Gouvernement, au Président de l'Assemblée nationale, au Président du Sénat ou au président du Conseil économique, social et environnemental de saisir le Haut Conseil pour le climat pour avis « au regard de sa compétence, sur un projet de loi, une proposition de loi ou une question relative à son domaine d'expertise ». Cette saisine s'inscrit dans l'objectif d'évaluation des politiques publiques au regard des enjeux liés au réchauffement climatique et au respect des objectifs de l'accord de Paris.

La feuille de route de la mission

Axe 1 : Faire prendre conscience aux utilisateurs du numérique de son impact environnemental

En améliorant la connaissance sur un sujet encore trop peu documenté et trop méconnu du grand public :

1. Lancer une grande campagne de sensibilisation incitant les utilisateurs à adopter les gestes numériques éco-responsables (ex. privilégier le téléchargement d'une vidéo à son visionnage en *streaming*) ;

2. Mieux informer les utilisateurs de l'empreinte carbone de leurs terminaux et usages numériques par la mise en place d'une application mobile ;

3. Mettre à disposition du public une base de données permettant de calculer simplement les impacts environnementaux du numérique ;

4. Former les nouvelles générations à un numérique sobre (en faisant de la sobriété numérique un des thèmes de l'éducation à l'environnement à l'école, en créant au sein des écoles d'ingénieurs et d'informatique des modules relatifs à l'évaluation de l'impact environnemental du numérique et à l'écoconception des services numériques) ;

5. Créer un observatoire de recherche des impacts environnementaux du numérique (afin notamment de mener des recherches sur les impacts des technologies émergentes).

En demandant aux acteurs publics et privés d'intégrer l'enjeu environnemental dans leur stratégie numérique :

6. Inscrire l'impact environnemental du numérique dans le bilan RSE des entreprises et créer un crédit d'impôt pour les PME et TPE pour la réalisation de mesures d'impact environnemental des services numériques ;

7. Mettre à disposition des collectivités territoriales un cadre méthodologique d'évaluation environnementale des projets *smart*.

Axe 2 : Limiter le renouvellement des terminaux, dont la fabrication et la distribution représentent 70 % de l'empreinte carbone du numérique en France

En taxant les externalités négatives liées à leur fabrication :

8. Introduire une taxe carbone aux frontières européennes pour internaliser le coût environnemental des terminaux importés.

En luttant contre l'obsolescence programmée et l'obsolescence logicielle :

9. Renforcer les sanctions pour obsolescence programmée (par exemple *via* un recours plus systématique au *name and shame*) ;

10. Renforcer la lutte contre l'obsolescence logicielle (par exemple *via* une dissociation des mises à jour correctives et des mises à jour évolutives, accessoires et pouvant accélérer l'obsolescence du terminal).

En favorisant le réemploi et la réparation :

11. Renforcer l'ambition en matière de réparation et de réemploi par un taux de TVA réduit sur la réparation de terminaux et l'acquisition d'objets électroniques reconditionnés et l'inscription d'objectifs ambitieux dans le cahier des charges des éco-organismes ;

12. Activer le levier de la commande publique pour contribuer à renforcer les marchés de réemploi et de réparation (par exemple en ajoutant une clause de réemploi ou un lot réemploi dans les appels d'offres d'achats d'équipements) ;

13. Conditionner les aides à la numérisation des entreprises dans le cadre du plan de relance à l'intégration d'une ambition environnementale, privilégiant par exemple l'acquisition de terminaux reconditionnés à l'achat d'équipements neufs.

Axe 3 : Faire émerger et développer des usages du numérique écologiquement vertueux

En définissant les données comme une ressource nécessitant une gestion durable :

14. Prévoir une consécration législative de la donnée comme une ressource nécessitant une gestion durable.

En régulant l'offre des forfaits téléphoniques :

15. Interdire les forfaits mobiles avec un accès aux données illimitées et rendre obligatoire une tarification proportionnelle au volume de données du forfait.

En limitant l'impact des usages vidéo :

16. Encadrer le streaming vidéo, qui représente 60 % du trafic Internet mondial (par une obligation d'adapter la qualité de la vidéo téléchargée à la résolution maximale du terminal ou encore par l'introduction d'une taxe prélevée sur les plus gros émetteurs de données, afin d'inciter à une injection plus raisonnable de données sur le réseau).

En améliorant l'écoconception des sites et services numériques :

17. Accompagner, à court terme, les administrations dans l'écoconception des sites et services numériques (par exemple, en lançant un appel à manifestation d'intérêt pour identifier les solutions les plus exemplaires en matière d'écoconception des services numériques) ;

18. Rendre obligatoire, à moyen terme, l'écoconception des sites publics et des plus grands sites privés.

En permettant une « régulation de l'attention » :

19. Prévoir une obligation de *reporting* des fournisseurs de contenus sur les stratégies cognitives utilisées pour accroître les usages ;

20. Interdire certaines pratiques comme le lancement automatique des vidéos et le *scroll* infini.

Axe 4 : Aller vers des *data centers* et des réseaux moins énergivores

En améliorant la performance énergétique des *data centers*, responsables de 14 % de l’empreinte carbone du numérique en France :

21. Inciter à l’installation de *data centers* en France et conditionner l’avantage fiscal existant à des critères de performance environnementale ;

22. Renforcer la complémentarité entre *data centers* et énergies renouvelables (ex. faire des *data centers* des leviers de flexibilité énergétique permettant de stocker l’électricité des installations d’énergies renouvelables intermittentes).

En améliorant plus encore la sobriété des réseaux, responsables de 5 % de l’empreinte carbone du numérique en France :

23. Atteindre les objectifs du plan France très haut débit pour améliorer la connectivité fibre, réseau le moins énergivore ;

24. Engager une réflexion pour réduire la consommation électrique des box ;

25. Évaluer l’empreinte environnementale de la 5G.

LES TRAVAUX DE LA MISSION

La commission de l'aménagement du territoire et du développement durable a créé, le **14 décembre 2019**, une **mission d'information** présidée par Patrick Chaize et dont les rapporteurs sont Guillaume Chevrollier et Jean-Michel Houllégatte¹, ayant pour objectif **de mesurer l'empreinte environnementale du numérique en France, d'évaluer l'évolution de cet impact dans les prochaines années** et de formuler **des pistes d'action pour les politiques publiques concernées**, afin d'engager notre pays dans une transition numérique écologique, compatible avec les objectifs de l'accord de Paris de lutte contre le réchauffement climatique.

La mission a souhaité que ses travaux puissent concerner **tant les impacts directs qu'indirects du numérique**, en appréciant l'impact environnemental direct sur l'ensemble du cycle de vie des produits (fabrication, utilisation et fin de vie), et en s'intéressant plus largement, au titre de l'impact indirect, à l'influence du numérique sur nos comportements, certains exemples sectoriels comme celui des transports mettant en évidence le caractère ambivalent du numérique sur les usages, favorisant des pratiques aussi bien vertueuses (développement du télétravail qui permet de réduire les trajets domicile-travail) que dommageables pour l'environnement (accroissement de la demande en biens importés...).

Elle a procédé à des auditions et recueilli des contributions de chercheurs, de *think-tanks*, d'acteurs institutionnels, d'opérateurs, d'associations, d'entreprises ou encore d'écoles et de formations d'ingénieurs en télécommunications et de concepteurs de jeux vidéo.

Constatant le manque de données relatives à l'empreinte carbone du numérique en France, la commission a demandé la **réalisation d'une étude d'évaluation des politiques publiques menées pour réduire l'empreinte carbone du numérique**, au titre de l'accord-cadre multi-attributaires passé par le Sénat à l'automne 2018. Cette étude, annexée au présent rapport, lui a été remise en juin 2020. Elle dresse notamment un **état des lieux inédit de l'empreinte carbone du numérique français en 2019** et procède à une **évaluation prospective de son évolution aux horizons 2025 et 2040**.

¹ La mission est composée de Mme Éliane Assassi, MM. Joël Bigot, Jean-Marc Boyer, Patrick Chaize (président), Guillaume Chevrollier (rapporteur), Mme Marta de Cidrac, M. Ronan Dantec, Mme Martine Filleul, MM. Alain Fouché, Jean-Michel Houllégatte (rapporteur), Jean-François Longeot, Frédéric Marchand, Mmes Françoise Ramond et Nadia Sollogoub.

Une **étude du GreenIT.fr** sur les impacts environnementaux du numérique en France en 2019 a également été rendue publique le 23 juin 2020, soit la veille de l'adoption du présent rapport.

Alors que certains acteurs institutionnels comme l'Agence de la transition écologique (Ademe), l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (Arcep)¹ ou le Conseil national du numérique² ont engagé des travaux sur ce sujet, la mission a souhaité mettre à la disposition de tous un état des lieux solide et une **feuille de route comportant 25 premières propositions pour une transition numérique écologique**.

La **transposition des directives** (UE) 2019/770³ et 2019/771⁴ du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2019 ou encore celle du code européen des télécommunications⁵ constitueront une opportunité d'inscrire dans notre droit certaines des ambitions de la présente feuille de route. **La mission entend également la transmettre au Gouvernement**, notamment en vue des futures négociations relatives au Pacte vert pour l'Europe. **Les propositions de niveau législatif présentées dans ce document feront l'objet du dépôt d'une proposition de loi**. La commission attend enfin la contribution du Haut Conseil pour le climat, saisi le 10 mars 2020 par le Président du Sénat, sur la proposition de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable, sur l'évaluation de l'impact carbone du déploiement de la 5G en France.

Les travaux de la mission, dont certains déplacements et auditions ont été reportés en raison de la crise sanitaire, s'inscrivent dans ce cadre institutionnel global et se poursuivront donc au-delà de la présente publication.

¹ L'Ademe et l'Arcep travaillent à la définition d'une méthodologie permettant d'évaluer l'empreinte environnementale spécifique à certains terminaux et usages. En outre, l'Arcep a lancé le 11 juin 2020 une plateforme de travail : « pour un numérique soutenable », sous la forme d'un appel à contribution aux associations, institutions, opérateurs, entreprises du numérique et personnalités intéressées, qui devra donner lieu à un rapport écrit à la fin de l'année.

² Le Conseil national du numérique, auditionné par la mission, a été saisi par la ministre de la transition écologique et solidaire et par le secrétaire d'État chargé du numérique le 11 février 2020 afin de rédiger une feuille de route sur le numérique et l'environnement. Cette feuille de route, qui devait être remise en mai 2020, devrait être prochainement publiée.

³ Directive (UE) 2019/770 du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2019 relative à certains aspects concernant les contrats de fourniture de contenus numériques et de services numériques.

⁴ Directive (UE) 2019/771 du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2019 relative à certains aspects concernant les contrats de vente de biens, modifiant le règlement (UE) 2017/2394 et la directive 2009/22/CE et abrogeant la directive 1999/44/CE.

⁵ Directive (UE) 2018/1972 du Parlement Européen et du Conseil du 11 décembre 2018 établissant le code des communications électroniques européen.

LES PROPOSITIONS DE LA MISSION

La mission d'information a adopté une feuille de route de 25 propositions pour une transition numérique écologique

I. FAIRE PRENDRE CONSCIENCE AUX UTILISATEURS DU NUMÉRIQUE DE SON IMPACT ENVIRONNEMENTAL

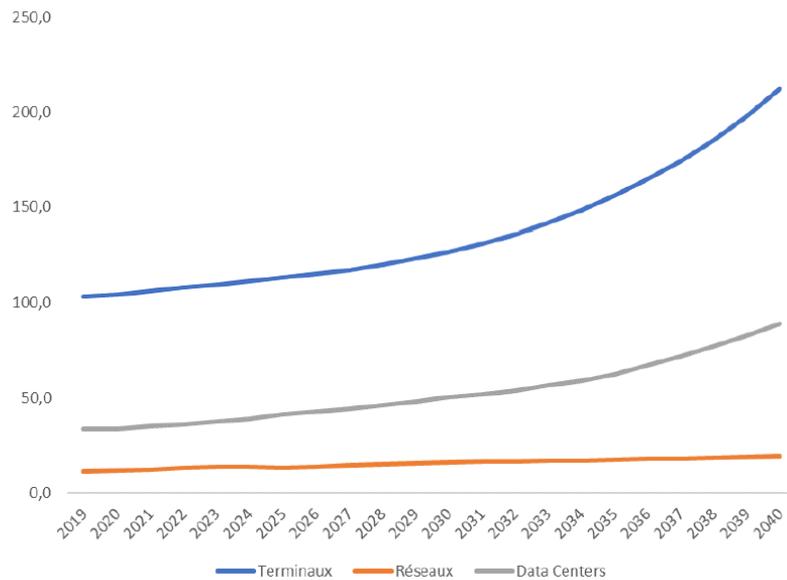
A. EN AMÉLIORANT LA CONNAISSANCE SUR UN SUJET ENCORE TROP PEU DOCUMENTÉ ET TROP MÉCONNU DU GRAND PUBLIC

1. Lancer une grande campagne de sensibilisation incitant les utilisateurs à adopter les gestes numériques éco-responsables

Les utilisateurs du numérique oublient bien souvent que les échanges numériques dits « dématérialisés » ne peuvent exister qu'en s'appuyant sur un secteur bien matériel composé de terminaux, de centres informatiques et de réseaux.

Cette partie immergée de l'iceberg digital est pourtant importante : selon l'étude commandée par la mission d'information, **le numérique constitue une source importante d'émissions de gaz à effet de serre de notre pays (2 % en 2019), qui pourrait s'accroître considérablement dans les années à venir si rien n'était fait pour en réduire l'impact (+ 60 % d'ici 2040). En 2040, le numérique pourrait ainsi atteindre près de 7 % (6,7 %) des émissions de gaz à effet de serre de la France, un niveau bien supérieur à celui actuellement occupé par le transport aérien (4,7 %)¹.**

¹ Source : Direction générale de l'aviation civile.



Émissions de GES du numérique en scénario central, en tCO2eq, par type de sous-ensemble : à politiques publiques constantes, les émissions de gaz à effet de serre du numérique devraient croître de 60 % d’ici 2040. Cette hausse serait portée principalement par les terminaux, et dans une moindre mesure, par les centres informatiques

Assurer une meilleure information des consommateurs, des entreprises et des administrations sur l’impact environnemental de leurs usages et de leurs achats, en tenant compte tout particulièrement des émissions associées à la fabrication des terminaux, constitue donc une priorité absolue.

C’est pourquoi une **grande campagne de sensibilisation** incitant les utilisateurs à adopter les gestes numériques écoresponsables devrait être rapidement lancée, afin en particulier :

- de mettre **l’accent sur l’impact environnemental de la fabrication des terminaux** (70 % de l’empreinte carbone du numérique en France), en invitant les consommateurs à privilégier la réparation et l’achat de biens reconditionnés, plutôt que l’achat d’équipements neufs ;
- d’informer les consommateurs de l’existence, dès le 1^{er} janvier 2021, d’un fonds de réparation prévu par la **loi du 10 février 2020¹ relative à la lutte contre le gaspillage et à l’économie circulaire (dite « loi AGEC »)**, qui leur permettra de bénéficier d’une prise en charge partielle des coûts d’une réparation auprès d’un professionnel labellisé ;
- **d’informer les utilisateurs de quelques pratiques simples mais trop souvent méconnues permettant de limiter la consommation énergétique des réseaux** : privilégier par exemple le téléchargement

¹ Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l’économie circulaire.

en **Wifi** plutôt que le *streaming* de vidéos *via* le **réseau mobile**, qui, bien que beaucoup plus énergivore, est souvent préféré par les utilisateurs même lorsqu'ils sont à domicile. Pourtant, de nombreuses plateformes permettent aujourd'hui de télécharger sur le terminal un contenu vidéo – film, série... – avant visionnage.

Proposition n° 1 : Lancer une grande campagne de sensibilisation incitant les utilisateurs à adopter les gestes numériques éco-responsables (ex. privilégier le téléchargement en Wifi au *streaming* de vidéos *via* le réseau mobile)

2. Mieux informer les utilisateurs de l'empreinte carbone de leurs terminaux et usages numériques

Au-delà de cette campagne grand public, une information plus détaillée de l'empreinte environnementale des terminaux et des usages numériques doit être mise à disposition des consommateurs, entreprises et administrations. Ainsi informés, les acteurs pourront comparer, en connaissance de cause, leurs émissions directes et les émissions évitées grâce au numérique dans de très nombreux secteurs. Une telle démarche permettrait **l'émergence d'une véritable « régulation par la donnée » et par la connaissance.**

Ce constat, partagé par tous les acteurs auditionnés par la mission d'information, plaide pour la mobilisation et la consolidation par les pouvoirs publics, et en particulier l'État, des connaissances sur le sujet, encore trop éparpillées à ce stade. La mission d'information a contribué à ce travail, grâce à l'étude annexée au présent rapport, qui offre **pour la première fois un panorama exhaustif de l'impact carbone du numérique à l'échelle nationale et de ses perspectives d'évolution à moyen et long terme.**

Comme l'indiquent les contributions adressées à la mission d'information, des travaux ont également été engagés par l'Ademe et l'Arcep pour établir une **méthodologie visant à évaluer plus finement l'empreinte environnementale spécifique à certains terminaux et usages.** La mission d'information ne peut que se réjouir de cette initiative. Elle juge indispensable que soient intégrée, dans le champ de ces travaux, la phase de fabrication, particulièrement cruciale dans l'analyse de l'empreinte environnementale du numérique.

Une fois consolidées, ces données pourraient tout d'abord être utilisées pour mieux informer les particuliers de leur empreinte numérique.

D'une part, **une application** devrait être déployée pour permettre à tout utilisateur de **calculer l'empreinte carbone individuelle des terminaux** (*smartphones*, consoles de jeux, enceintes connectées...) et des **principaux**

usages numériques (transfert dans le *Cloud* d'un gigaoctet de photos, envoi d'un courriel, visionnage d'une vidéo sur Youtube...).

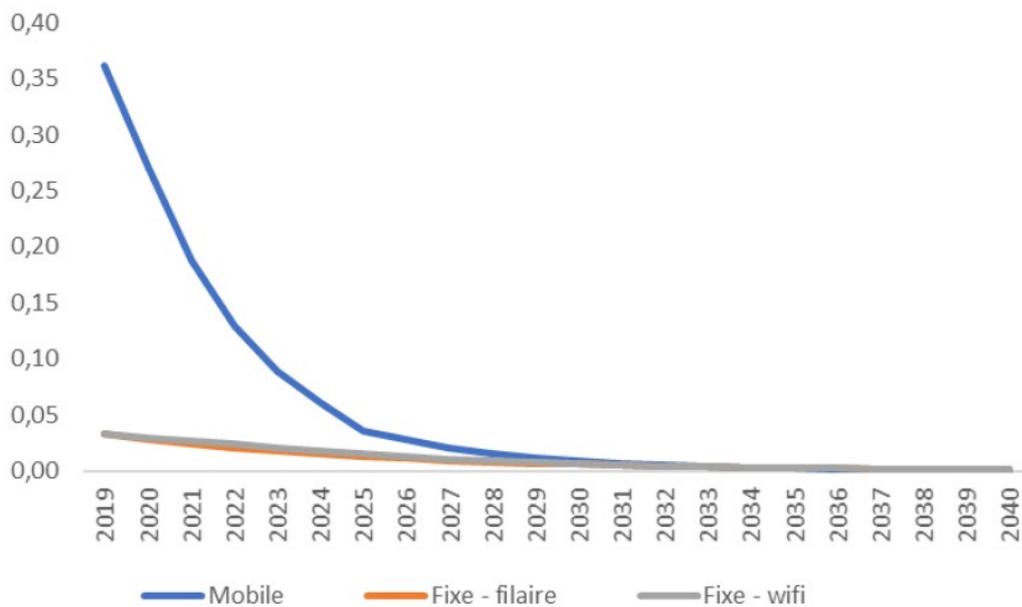
D'autre part, une information plus spécifique pourrait être fournie aux utilisateurs de *smartphones* concernant **l'impact de leurs consommations de données mobiles**, sur le fondement de l'article 13 de la loi AGEC, qui impose aux opérateurs d'informer dès 2022 les abonnés de la quantité de données mobiles consommées dans le cadre de la fourniture d'accès au réseau et d'indiquer l'équivalent des émissions de gaz à effet de serre correspondant.

Une **meilleure information des utilisateurs sur l'impact de leur connexion Internet via les réseaux mobiles**, aujourd'hui plus énergivores que les réseaux fixes, est particulièrement indispensable, tant la sensibilisation des consommateurs est aujourd'hui limitée sur ce sujet. Au-delà des considérations d'efficacité énergétique des réseaux, il convient également de noter que les réseaux mobiles sont intrinsèquement plus fragiles que les réseaux fixes¹.

Selon l'étude sur l'empreinte carbone du numérique en France, jointe à ce rapport, si « *les réseaux mobiles devenaient énergétiquement plus efficaces que les réseaux fixes à horizon 2034* », l'écart d'efficacité énergétique entre le mobile et le fixe, particulièrement la fibre optique, demeure aujourd'hui considérable. Selon une note de l'Arcep², en moyenne sur une année, « *un utilisateur de réseau 4G consommerait ainsi de l'ordre de 50 kWh d'électricité, contre 5 kWh pour une ligne fibre optique* ».

¹ Comme l'expliquait Sébastien Soriano, président de l'Arcep, lors de son audition par la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable : « aujourd'hui, la fragilité se trouve au niveau de la boucle locale, dans le dernier kilomètre : les réseaux fixes sont solides parce qu'ils sont spécifiques à chaque individu, alors que les réseaux mobiles sont partagés ».

² Arcep, Réseaux du futur, L'empreinte carbone du numérique, 2019.



Effacité énergétique (exprimée en térawatt-heure par exaoctet ou exabyte (TWh/EB)) des réseaux mobiles et des réseaux fixes : malgré une forte amélioration de l'efficacité énergétique des réseaux mobiles, la connexion mobile demeure encore aujourd'hui beaucoup plus énergivore

Dans les réponses aux questionnaires adressés pendant la période de confinement, plusieurs acteurs – opérateurs télécoms compris – ont ainsi noté que **les réseaux mobiles avaient été trop largement sollicités via les smartphones malgré la disponibilité des réseaux fixes**. Dans certains cas, cela s'explique principalement par l'insuffisant déploiement des réseaux en très haut débit fixe, principalement en fibre optique (FttH). Dans d'autres cas, en revanche, cela relève bien souvent de pratiques non-optimales, le consommateur utilisant de manière indifférenciée les réseaux fixes ou mobiles.

Afin d'améliorer l'efficacité énergétique des réseaux et de renforcer leur résilience face aux prochains épisodes de pics de consommation, il est donc crucial de **décorrélér l'usage des smartphones** – de plus en plus privilégiés pour se connecter à Internet¹ – **et l'usage des réseaux mobiles**, par une meilleure information des consommateurs de l'impact de leur connexion mobile. Sur le fondement de l'article 13 de la loi AGEC, et des données issues des travaux de l'Ademe et de l'Arcep, les opérateurs pourraient ainsi informer les consommateurs de l'impact de leur consommation mobile directement sur leur facture en format papier ou électronique.

¹ En 2019, plus de la moitié de la population (51 %) se connectait de manière préférentielle à Internet avec un smartphone, contre seulement 31 % pour l'ordinateur. En 2017, la connexion par le smartphone n'était pas beaucoup plus privilégiée que la connexion par l'ordinateur (42 contre 38 %) (Arcep, Baromètre Numérique 2019 – Enquête sur la diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française en 2019, novembre 2019).

Cette information pourrait s'accompagner d'un **message de prévention** directement affiché sur les *smartphones*, lorsque l'utilisateur désactive sa Wifi pour privilégier une connexion mobile.

Proposition n° 2 : Développer une application permettant aux utilisateurs de calculer l'empreinte carbone individuelle de leurs terminaux et usages numériques et les informer de l'impact de leur connexion mobile, pour les inciter à privilégier une connexion en Wifi, moins énergivore.

3. Mettre à disposition du public une base de données permettant de calculer les impacts environnementaux du numérique

Les informations issues des travaux de l'Ademe et de l'Arcep pourraient également être mises à disposition sous la forme d'une **base de données publique**.

Cette base serait tout particulièrement utile aux entreprises et administrations pour calculer l'empreinte carbone de leurs parcs numériques et de certains usages professionnels. La généralisation de cette **évaluation environnementale** au moment du lancement des projets de numérisation permettrait ainsi de favoriser les choix correspondant à une transition numérique durable (l'outil pourrait par exemple aider une entreprise à arbitrer entre deux options, le stockage de données dans un *data center* en colocation ou le stockage de données dans un *data center* d'entreprise).

Proposition n° 3 : Mettre à disposition du public une base de données permettant en particulier aux professionnels de calculer simplement les impacts environnementaux de leurs terminaux et de leurs principaux usages numériques.

4. Former les nouvelles générations à un numérique sobre

Les jeunes générations, qui manifestent de plus en plus leurs préoccupations environnementales, sont en même temps les plus connectées et les plus utilisatrices des possibilités offertes par le numérique. Un important effort éducatif doit être mené pour mieux décloisonner leurs préoccupations environnementales et leurs usages numériques. C'est pourquoi des modules de cours devraient être prévus dès le plus jeune âge pour sensibiliser les futurs citoyens et consommateurs à l'empreinte environnementale du digital et apprendre les bonnes pratiques contribuant à la réduire. **La sobriété numérique pourrait ainsi devenir un des thèmes de l'éducation à l'environnement à l'école, au collège et au lycée.**

Il est également urgent que les **professionnels du secteur** – notamment les ingénieurs informatiques et les codeurs – soient plus largement formés à cette problématique. De l’avis de plusieurs structures auditionnées, telles que le GreenIT.fr, l’Arcep ou encore la Fondation Internet nouvelle génération (FING), l’écosystème numérique est encore trop peu ouvert aux problématiques environnementales. Les enjeux de notre siècle imposent pourtant de décloisonner numérique et environnement.

Ce décloisonnement doit d’abord s’opérer au sein des **écoles d’ingénieurs informatiques et d’informaticiens**, afin que leurs étudiants contribuent à diffuser les bonnes pratiques au sein des structures qu’ils intégreront. Selon la FING, « *la pression exercée par les jeunes diplômés sur les entreprises pourrait être plus grande que celle qui peut être exercée par les consommateurs. Aujourd’hui, un nombre croissant de jeunes ingénieurs informatiques ou d’informaticiens refusent d’intégrer des entreprises dont les pratiques digitales ne seraient pas vertueuses en matière environnementale* ».

Pourtant, comme l’attestent les réponses à un questionnaire envoyé par la mission d’information à des écoles et des universités, la formation des ingénieurs et informaticiens n’intègre aujourd’hui que trop peu ces thématiques, malgré un intérêt croissant des étudiants, de plus en plus sensibilisés à la question de l’impact environnemental du numérique.

Il est donc indispensable d’outiller dès à présent ces étudiants, pour en faire les chevilles ouvrières de la culture de l’évaluation que la mission d’information souhaite voir émerger. Les maquettes pédagogiques des écoles doivent s’adapter rapidement à cette nouvelle donne, en intégrant des formations aux méthodes d’évaluation des impacts positifs comme négatifs des projets de numérisation.

Les maquettes pédagogiques doivent également réserver une place importante à l’**écoconception des services numériques, amenée à se généraliser dans les années à venir** (voir *infra*). Une attestation de compétences acquises en écoconception logicielle au sein de la diplomation des ingénieurs en informatique pourrait être généralisée, selon certaines contributions adressées par les directeurs d’écoles à la mission d’information.

Proposition n° 4 : Former les nouvelles générations à un numérique sobre en :

- **faisant de la sobriété numérique un des thèmes de l’éducation à l’environnement à l’école ;**
- **créant au sein des écoles d’ingénieurs et d’informatique des modules relatifs à l’évaluation de l’impact environnemental du numérique et à l’écoconception des services numériques ;**
- **conditionnant la diplomation des ingénieurs en informatique à l’obtention d’une attestation de compétences acquises en écoconception logicielle.**

5. Créer un observatoire de recherche des impacts environnementaux du numérique

Enfin, les données produites par l'Ademe et l'Arcep devront être **régulièrement mises à jour**. Elles devront tout particulièrement tenir compte de l'apparition de nouvelles technologies numériques. Cette exigence doit permettre de disposer le plus rapidement possible d'éléments chiffrés permettant de rationaliser le débat quant à l'impact environnemental de certaines innovations qui ne manqueront pas d'émerger dans les années à venir. Pour faire évoluer l'état des connaissances sur l'impact des technologies émergentes, il pourrait être créé, auprès de l'Ademe, un « Observatoire de recherche des impacts environnementaux du numérique ». Cet observatoire rassemblerait des chercheurs et des personnes qualifiées, qui pourraient apporter ponctuellement leur expertise à l'Ademe.

L'observatoire pourrait également mener des travaux ponctuels et thématiques d'évaluation sur des usages numériques spécifiques, en intégrant dans les modélisations les éventuelles émissions évitées grâce au déploiement de ces technologies. Il pourrait en outre contribuer à identifier les effets rebonds souvent induits par le déploiement de solutions numériques.

L'effet rebond : un phénomène paradoxal expliquant pour partie l'accroissement de l'empreinte environnementale du numérique

L'effet rebond est le phénomène paradoxal par lequel les économies d'énergie prévues par l'utilisation d'une nouvelle technologie sont partiellement ou complètement compensées à la suite d'une adaptation du comportement de la société. Ce paradoxe est principalement due à la demande induite par l'amélioration de l'efficacité énergétique : *« plus l'énergie est consommée, plus elle est demandée. Autrement dit, plus il y a de nouvelles technologies rendant efficace la consommation d'une ressource, plus la demande pour cette ressource augmente »*¹.

Cet effet est particulièrement fort dans le secteur numérique, comme l'illustre à plusieurs endroits l'étude commandée par la mission d'information sur l'empreinte carbone du numérique en France. À titre d'exemple, les gains d'efficacité énergétique très importants des centres informatiques (jusqu'à + 20 % par an pour les *hyper data centers*) ne devraient pas suffire à compenser l'accroissement exponentiel des usages (*« dans le scénario central, la demande de stockage et de calcul auprès de centres informatiques "classiques" devrait croître d'environ 21 % par an sur l'ensemble de la période, et celle auprès d'hyper data centers de 35 % par an »*) : en conséquence, *« leur consommation électrique devrait être multipliée par trois en vingt ans et passer de 10 à plus de 30 TWh »*.

¹ Selon la définition proposée par La Fabrique Écologique (« Transition Énergétique : Le rôle incontournable de l'effet rebond », Novembre 2019).

À titre d'exemple, l'observatoire pourrait évaluer le bilan environnemental global du télétravail, en se fondant sur l'expérience grandeur nature qu'a constituée le confinement. Les travaux pourraient ainsi confirmer ou infirmer les éléments transmis à la mission d'information par Françoise Berthoud, chercheuse au CNRS, selon qui le bénéfice environnemental global du télétravail pourrait être extrêmement faible, si on intègre l'impact environnemental du numérique : « Si le télétravail était adopté de façon plus généralisée, il est probable que l'on observerait un désengorgement des axes routiers et par voie de conséquence une diminution de certaines pollutions liées aux véhicules à moteur. Néanmoins, rien ne nous permet d'affirmer que l'impact généré par les matériels et infrastructures nécessaires à la mise en place du télétravail soient compensés par cette seule diminution des émissions liées aux moyens de transport des travailleurs ». Selon Mme Berthoud, il faudrait également mieux évaluer les effets négatifs induits par le télétravail (comme le renforcement de l'étalement urbain, la hausse des consommations énergétiques des bâtiments résidentiels) et les éventuels effets rebonds associés (le désengorgement des axes routiers pourrait paradoxalement inciter à un usage plus important de la voiture).

Proposition n° 5 : Créer un « Observatoire de recherche des impacts environnementaux du numérique » placé auprès de l'Ademe pour étudier l'impact de technologies émergentes et analyser le bilan carbone net de certains usages numériques (ex. télétravail).

B. EN DEMANDANT AUX ACTEURS PRIVÉS ET PUBLICS D'INTÉGRER L'ENJEU ENVIRONNEMENTAL DANS LEUR STRATÉGIE NUMÉRIQUE

1. Incrire l'impact environnemental du numérique dans le bilan RSE des entreprises et créer un crédit d'impôt pour les PME et TPE pour la réalisation de mesures d'impact environnemental

Sur le fondement des données rendues publiques par l'Ademe, les acteurs privés ou publics devraient disposer des premiers outils nécessaires à l'évaluation de leurs projets de numérisation. Reste à **systématiser la « culture de l'évaluation »** et à inciter ces acteurs à se saisir de ces outils.

Cette « culture de l'évaluation » peut tout d'abord s'appuyer sur l'obligation faite par l'article L. 225-102-1 du code de commerce aux sociétés anonymes (SA), aux sociétés en commandite par action (SAC) et aux sociétés européennes (SE), dont le chiffre d'affaires excède 100 millions d'euros ou dont la masse salariale est supérieure à 500 employés, de rédiger un **rapport annuel de Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE)**.

Le rapport RSE doit aujourd'hui exposer les conséquences sociales et environnementales des activités de l'entreprise et les actions menées pour en limiter l'ampleur. En particulier, les entreprises assujetties à cette obligation

doivent faire figurer des informations environnementales relevant de cinq thématiques distinctes : politique générale, pollution et gestion des déchets, utilisation durable des ressources, changement climatique, protection de la biodiversité. **L'impact environnemental du numérique devrait être ajouté à cette liste et constituer la sixième thématique environnementale devant figurer au sein des rapports RSE.**

Pour les entreprises de taille inférieure, une incitation à la réalisation de mesures d'impact semble préférable à l'obligation qui pourrait être imposée aux plus grandes entreprises via leur rapport RSE annuel. À cette fin, la mission d'information préconise de **créer un crédit d'impôt sur l'impôt sur les sociétés (IS) ou sur l'impôt sur le revenu (IR)**. Ce crédit d'impôt permettrait d'évaluer l'impact environnemental des projets de numérisation des entreprises, et faciliterait ainsi la réalisation de choix plus vertueux, privilégiant par exemple l'acquisition de matériel reconditionné à l'achat de matériel neuf.

Ce crédit d'impôt pourrait être **prévu par le plan de relance** qui doit être déployé dans les mois à venir pour soutenir les secteurs économiques touchés par la crise sanitaire et être **adossé à des aides visant à accélérer la numérisation des entreprises.**

Proposition n° 6 : Inscrire l'impact environnemental du numérique dans le bilan RSE des entreprises et créer un crédit d'impôt pour les PME et TPE pour la réalisation de mesures d'impact environnemental des services numériques.

2. Mettre à disposition des collectivités territoriales un cadre méthodologique d'évaluation environnementale des projets *smart*

La « culture de l'évaluation » doit également se diffuser **dans les territoires**, afin que les collectivités territoriales soient pleinement outillées pour engager une transition numérique durable. En particulier, il convient de mieux intégrer les enjeux environnementaux dans l'émergence des *smart cities* (ou villes intelligentes), qui bénéficieront de l'émergence de l'Internet des objets et du déploiement futur de la 5G.

Les *smart cities* doivent permettre d'améliorer la qualité des services urbains (transports, gestion des déchets, réseaux électriques...) par le déploiement de solutions numériques. L'enjeu est également de réduire – par le numérique – les impacts environnementaux de la ville, aux premiers rangs desquels la pollution de l'air et les nuisances sonores.

Néanmoins, selon le *Shift Project*, « la stratégie de la ville du futur, c'est une stratégie qui traite de transition numérique d'une part et de transition environnementale d'autre part. Or ces dynamiques deviennent concurrentes et contraires si l'effort de conception et d'évaluation quantitative n'est pas fait avec

une rigueur et une envergure suffisante (...) Pour construire une ville numérique viable et résiliente, il est donc nécessaire d'évaluer systématiquement la pertinence énergétique et carbone d'une technologie ou d'un service avant leur mise en place »¹.

Selon le *Shift Project*, **deux angles morts** – déjà identifiés par le présent rapport – sont souvent occultés dans le développement des *smart cities* : les porteurs de projets n'évaluent que trop rarement **l'impact environnemental de la fabrication des terminaux déployés et les effets rebonds** qui découlent bien souvent de leur stratégie numérique. À titre d'exemple, le déploiement de l'éclairage connecté² ne s'accompagne souvent que d'une seule évaluation des gains énergétiques permis par le numérique, sans intégrer à la réflexion l'empreinte environnementale des terminaux utilisés et des technologies de type *cloud*. Il en va de même pour les systèmes fluidifiant le trafic routier³, qui induisent d'inévitables effets rebonds, bien décrits par Hugues Ferreboeuf lors de son audition par la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable : « *La mise en place d'un outil de smart mobility permet par exemple de fluidifier le trafic, et donc de diminuer la consommation d'essence des véhicules. Mais gare à "l'effet rebond" ! La circulation étant plus fluide, le trafic augmente, si bien que la circulation redevient difficile et que la consommation d'essence augmente* »⁴.

Pour que les impacts environnementaux des projets *smart* des collectivités puissent être positifs, des évaluations devraient être menées pour tenir compte de l'impact environnemental des terminaux installés et des potentiels effets rebonds. L'Ademe pourrait construire un **cadre méthodologique d'évaluation environnementale des projets smart** qui serait ensuite mis à disposition des collectivités territoriales avec un soutien financier de l'Agence nationale de cohésion des territoires.

<p>Proposition n° 7 : Construire un cadre méthodologique d'évaluation environnementale des projets smart et le mettre à disposition des collectivités territoriales, avec un soutien financier de l'Agence nationale de la cohésion des territoires.</p>

¹ The Shift Project, *Déployer la sobriété numérique*, 2020.

² *Les éclairages intelligents sont définis par le Shift Project comme des « systèmes d'éclairage constitués d'une ou plusieurs ampoules, d'une couche connectée (capteurs et contrôleurs permettant le comportement automatisé et intelligent) et du système de récupération et de traitement des données dans lequel elle s'insère (qui peut rester local ou recourir à des technologies de type cloud) ».*

³ *Des capteurs peuvent par exemple être installés sur les axes routiers d'une ville et identifier les places de parking disponibles. L'information transmise aux conducteurs peut ainsi contribuer à fluidifier le trafic routier en ville.*

⁴ *Table ronde de think-tanks (The Shift Project et GreenIT.fr), le 29 janvier 2020. Vidéo consultable ici.*

En résumé

Faire prendre conscience aux utilisateurs du numérique de l'impact environnemental du numérique - encore trop peu documenté et méconnu - constitue un préalable indispensable pour les inciter à le réduire.

La connaissance du public sur ce sujet doit être développée, en lançant une **grande campagne de sensibilisation** incitant les utilisateurs à adopter les gestes numériques éco-responsables, en développant une **application** leur permettant de calculer leur empreinte carbone individuelle, en mettant à disposition de tous, en particulier des professionnels, une **base de données facilitant la réalisation d'études d'impact** des projets numériques, en **formant les nouvelles générations à un numérique sobre** et enfin, en créant un **observatoire de recherche** des impacts environnementaux du numérique placé auprès de l'Ademe.

Les acteurs publics et privés doivent également **intégrer l'enjeu environnemental dans leur stratégie numérique** : à cette fin, la mission propose d'inscrire l'impact environnemental du numérique dans le **bilan RSE des entreprises**, de créer un **crédit d'impôt pour les PME et TPE** pour la réalisation de mesures d'impact environnemental des services numériques et de construire un cadre méthodologique d'**évaluation environnementale des projets smart**, mis à disposition des collectivités territoriales, avec un soutien financier de l'Agence nationale de la cohésion des territoires (ANCT).

II. LIMITER LE RENOUVELLEMENT DES TERMINAUX, DONT LA FABRICATION ET LA DISTRIBUTION REPRÉSENTENT 70 % DE L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE EN FRANCE

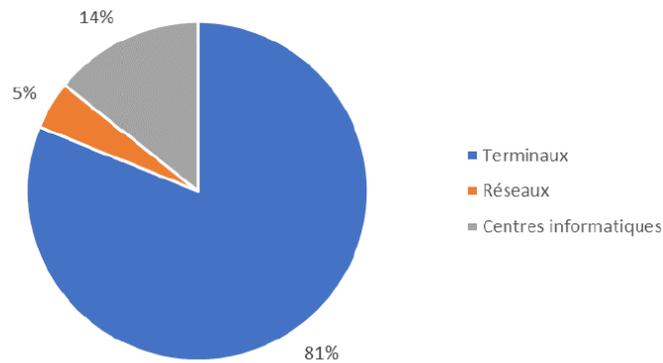
Les **terminaux** sont à l'origine d'une très grande part des impacts environnementaux du numérique. Cela est vrai à l'échelle mondiale : selon le GreenIT.fr¹, ils représentent **63 % des gaz à effet de serre** émis par le secteur, **75 % des ressources consommées, 83 % des consommations en eau.**

À l'échelle de l'empreinte carbone nationale, cette proportion est encore plus forte puisque **81 % des émissions du numérique français proviennent des terminaux.** Et cette part pourrait s'accroître à **82 % en 2040².**

Les terminaux sont d'autant plus émetteurs qu'ils sont très fréquemment renouvelés. **Selon l'étude, la durée de vie actuelle d'un smartphone serait de seulement 23 mois.**

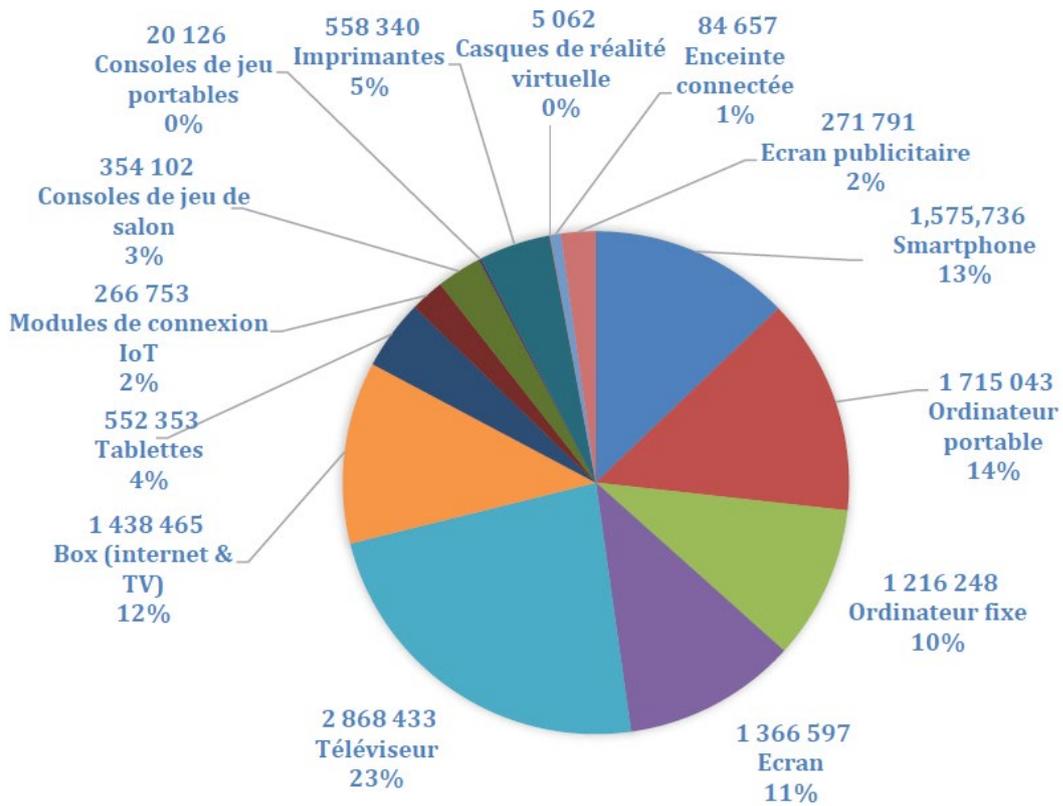
¹ GreenIT.fr, Empreinte environnementale du numérique mondial, 2019.

² Étude réalisée pour la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable du Sénat par Citizing et KPMG (juin 2020).

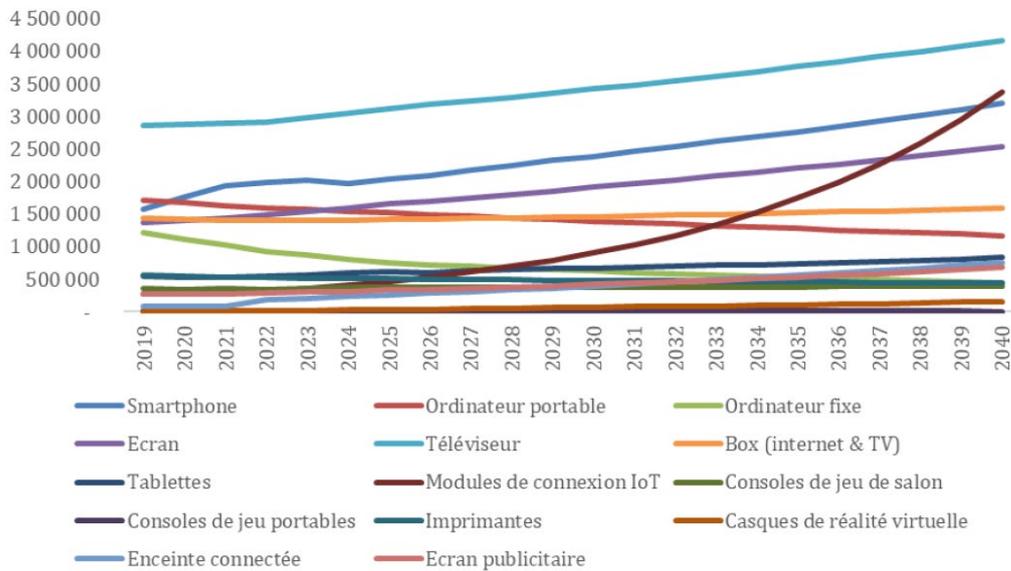


Émissions de gaz à effet de serre du numérique en France, par sous-ensemble, valeur relative

Pour l'heure, ce sont les téléviseurs qui, en France, émettent le plus de carbone, avec près du quart des émissions totales liées aux terminaux numériques. On relèvera également que le regroupement des *smartphones* (13 %), des ordinateurs portables (14 %), des ordinateurs fixes (10 %), des écrans (11 %) représentent à eux quatre près de la moitié (48 %) des gaz à effet de serre des terminaux numériques. **À horizon 2040, l'Internet des objets devrait croître considérablement, au point même de dépasser l'empreinte carbone des *smartphones* et des ordinateurs portables.**

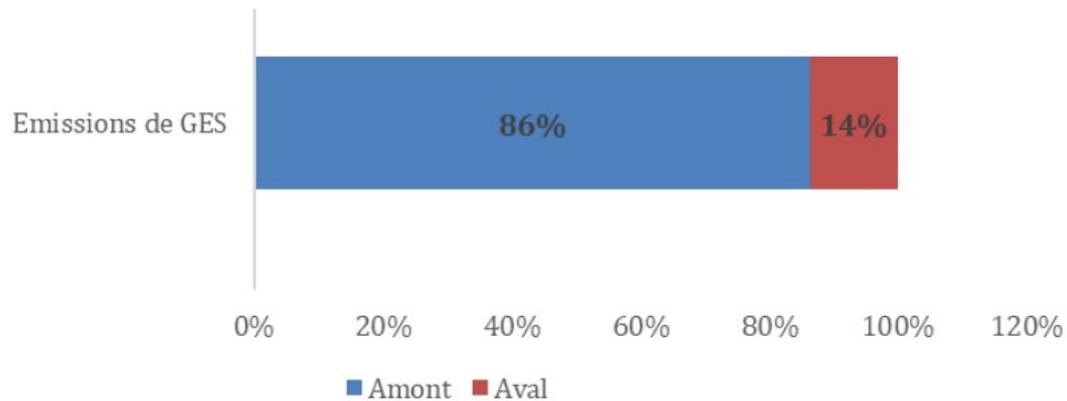


Émissions de gaz à effet de serre des principaux terminaux en 2019, en valeur absolue et en valeur relative



Empreinte carbone des principaux terminaux en France, de 2019 à 2040

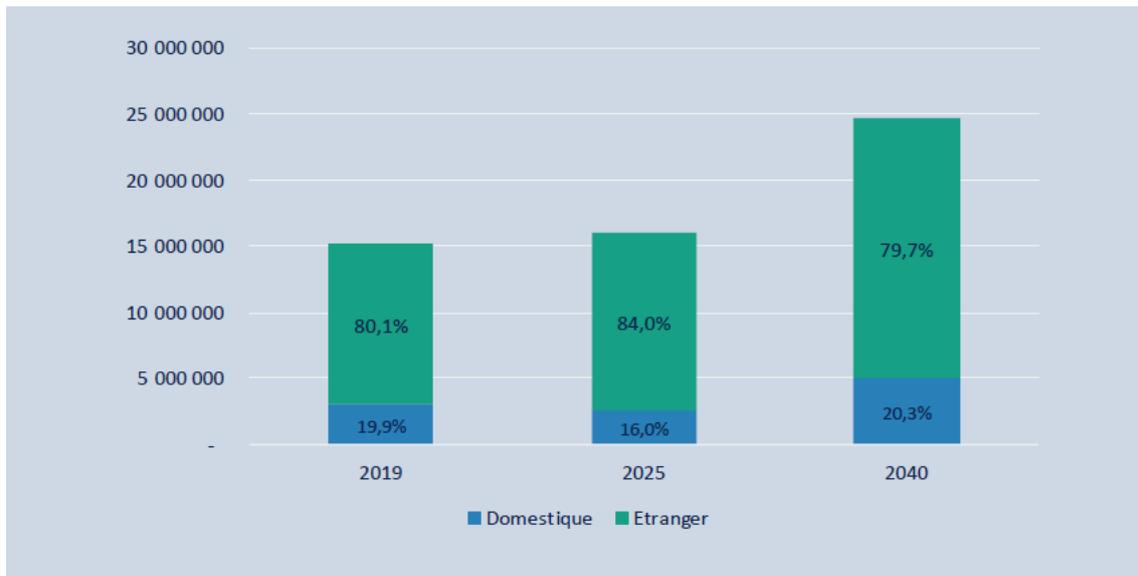
Autre particularité nationale : **la phase amont** (qui comprend la fabrication et le transport des terminaux) **représente 86 % des émissions de gaz à effet de serre des terminaux.**



Émissions de gaz à effet de serre des 14 terminaux de l'étude, distinguées entre phase amont et phase utilisation, en valeur relative

Autrement dit, **la fabrication et la distribution des terminaux constitue 70 % de l'empreinte carbone du numérique en France, contre seulement 40 % à l'échelle mondiale.** Cette singularité s'explique essentiellement par la **faible carbonation de l'électricité française**, qui amoindrit l'impact carbone de l'utilisation des terminaux, des réseaux et des *data centers*.

Il découle de ces constats que **la part de l'empreinte carbone du numérique en France relève principalement de l'étranger (80 % en 2019, taux qui devrait rester relativement stable dans le temps)**, et notamment de l'Asie du Sud-Est, où sont construits l'essentiel des terminaux utilisés par les Français.



Répartition de l'empreinte carbone du numérique en France, entre émissions domestiques et émissions à l'étranger

Les implications de ces quelques constats sont majeures. La réduction de l'empreinte carbone du numérique en France devra tout particulièrement passer par une **limitation de renouvellement des terminaux**. Il s'agit là d'un **impératif environnemental mais aussi économique** : en passant du tout-jetable – alimenté par des imports qui grèvent la balance commerciale du pays – à un modèle circulaire – s'appuyant sur un écosystème industriel capable de proposer des terminaux reconditionnés et d'offrir des solutions de réparation – les politiques publiques peuvent **favoriser l'implantation durable d'emplois non délocalisables, et implantés dans les territoires**. À cet égard, la réduction de l'empreinte environnementale du numérique en France constitue également un acte de **souveraineté économique**.

A. EN TAXANT LES EXTERNALITÉS NÉGATIVES LIÉES À LEUR FABRICATION : INTRODUIRE UNE TAXE CARBONE AUX FRONTIÈRES EUROPÉENNES POUR INTERNALISER LE COÛT ENVIRONNEMENTAL DES TERMINAUX IMPORTÉS

Une **taxe carbone aux frontières européennes** constituerait un premier levier de réduction de l'empreinte environnementale du numérique, en ce qu'elle rendrait plus onéreuse l'acquisition de terminaux – dont les émissions seraient intégrées dans le prix d'achat – et renforcerait parallèlement l'attractivité des terminaux issus des activités de reconditionnement¹ et le recours à la réparation.

Comme le rappelle le rapport annuel du Haut Conseil pour le climat², si le grand débat a fait apparaître des réticences envers la taxation environnementale sur le territoire national – s'appuyant aujourd'hui sur la taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques (TICPE) portant directement sur les produits énergétiques, principalement d'origine pétrolière (essence, diesel, fioul...) – « *une taxe environnementale aux frontières est populaire puisque 53 % des répondants [à la consultation se sont exprimés] pour taxer les produits importés qui dégradent l'environnement* ». S'il faut se montrer prudent dans l'interprétation de ce résultat, du fait du caractère facultatif de la consultation, il semble attester d'une certaine acceptabilité sociale de cette modalité d'imposition environnementale.

Cette acceptabilité pourrait s'expliquer par le **caractère moins régressif d'une taxe carbone aux frontières**. Dans une récente étude consacrée à ce sujet³, l'Ademe considère en effet que « *la tarification carbone aux frontières est relativement moins régressive que celle sur les émissions directes, le niveau de consommation de l'ensemble des biens et services étant plus corrélé avec le niveau de revenu que les consommations de produits énergétiques* ». L'étude conclut par ailleurs à une plus grande efficacité de cette modalité d'imposition environnementale : « *les comportements en termes de modification de consommation par la variation des prix est plus forte pour la tarification carbone aux frontières que celle sur les produits énergétiques, les valeurs d'élasticité étant en moyenne plus élevées que celle des produits énergétiques seuls. Cela induit donc qu'elle est plus efficace pour réduire les émissions de GES liées à la consommation des ménages, quand bien même celles-ci ne rentreraient pas dans le bilan des émissions nationales* ».

Il convient de rappeler qu'une taxe carbone aux frontières européennes ne porterait pas uniquement sur les équipements numériques. Elle aurait vocation à s'appliquer à **l'ensemble des produits manufacturés**

¹ Le reconditionnement est l'opération visant à réparer ou remettre en état un terminal numérique, en vue de sa revente. Il constitue en cela une forme de réemploi. Le reconditionnement peut concerner la partie matérielle du terminal (remplacement d'une batterie, d'une pièce défectueuse...), ou sa partie logicielle (nettoyage, réinitialisation et effacement des données personnelles).

² Haut Conseil pour le climat, Rapport annuel 2019, 2019.

³ Ademe, La fiscalité carbone aux frontières et ses effets redistributifs, 2020.

produits en dehors de l'Union européenne et importés dans notre pays. Cependant, eu égard à la nature très polluante des terminaux et au fait que la quasi-intégralité d'entre eux sont produits en dehors du territoire européen, il est certain que le numérique occuperait une place non négligeable dans l'assiette de cette taxe et orienterait de manière efficace les citoyens vers des modèles de consommation plus locaux et vertueux.

L'internalisation du coût environnemental des terminaux importés pourrait alternativement passer par un mécanisme d'inclusion carbone, proposé par la France à ses partenaires européens. « *Un mécanisme d'inclusion carbone permettrait de tarifer les émissions de gaz à effet de serre associées aux produits importés depuis des pays hors de l'UE au même niveau que les produits issus de l'UE, couverts par le marché carbone européen (EU ETS)* »¹.

Proposition n° 8 : Introduire une taxe carbone aux frontières européennes pour internaliser le coût environnemental des terminaux importés et renforcer l'attractivité des offres de terminaux reconditionnés.

B. EN LUTTANT CONTRE L'OBSOLESCENCE PROGRAMMÉE ET L'OBSOLESCENCE LOGICIELLE

1. Renforcer les sanctions pour obsolescence programmée

La **faible durée de vie des terminaux** procède autant d'une obsolescence désirée – découlant d'une volonté des consommateurs de disposer des dernières technologies mises à leur disposition – que d'une obsolescence matérielle, les usagers étant bien souvent contraints de renouveler leurs appareils en raison de pannes, de défaillances de composants ou encore de performances dégradées.

L'obsolescence matérielle programmée par les metteurs sur le marché constitue depuis 2015² un délit puni d'une peine de deux ans d'emprisonnement et de 300 000 euros d'amende, qui peut être portée, « *de manière proportionnée aux avantages tirés du manquement, à 5 % du chiffre d'affaires moyen annuel* » du metteur sur le marché³.

Depuis 2015, **aucune condamnation n'a été prononcée sur ce fondement**. Pourtant, de l'avis de l'association Halte à l'obsolescence programmée (HOP), la pratique est largement diffusée et constitue une part

¹ « La DG Trésor présente la logique économique du mécanisme d'inclusion carbone aux frontières de l'UE à ses homologues de l'UE » – 20 novembre 2019

² Article 99 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

³ Article L. 213-4-1 du code de la consommation.

importante du **modèle économique des grands metteurs sur le marché, fondé sur un taux élevé de remplacement des terminaux.**

Selon la contribution de HOP à la mission d'information, la définition du délit d'obsolescence programmée donnée par l'article L. 213-4-1 du code de la consommation¹ demeure très peu dissuasive pour les metteurs sur le marché. Selon HOP, « *il faut être en mesure de prouver l'intentionnalité de la réduction de la durée de vie du produit, ce qui est en pratique difficile. De nombreuses techniques conduisent certes à réduire l'espérance de vie d'un produit ; pour autant, le constructeur peut prétendre qu'il ne s'agit pas là d'une intention délibérée, que la moindre qualité du produit se justifie avant tout par la recherche du moindre coût. Dans ce cas, comme dans tant d'autres, il est très difficile d'établir le caractère délibéré des techniques et donc l'existence du délit, qui mérite sans doute d'être précisé dans la loi* ».

Le récent cas Apple illustre bien le caractère peu opérant de l'article L. 213-4-1 du code de la consommation. Pour n'avoir pas informé les usagers de ses téléphones que les mises à jour de leur système d'exploitation étaient susceptibles de conduire à un ralentissement du fonctionnement de leur appareil, Apple a récemment été contraint d'accepter une transaction comprenant une amende de 25 millions d'euros au terme d'une enquête menée par la direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF)². Pour autant, le fondement juridique retenu n'a pas été le délit d'obsolescence programmée, mais la pratique commerciale trompeuse par omission, en l'espèce plus facile à prouver.

Au regard de ces éléments, la mission d'information estime indispensable d'engager une **réflexion visant à réécrire l'article L. 213-4-1 précité, afin de rendre le dispositif plus dissuasif.**

Elle considère également que **les enquêtes devraient être systématiquement orientées par le parquet saisi de plaintes pour obsolescence programmée vers l'autorité en charge de la régulation du numérique en France : l'Arcep.** Si les pouvoirs de régulation de l'Arcep se concentrent pour l'heure sur les infrastructures, il semblerait logique qu'ils soient progressivement étendus aux terminaux, comme l'a déjà exprimé son président, Sébastien Soriano³.

La mission considère enfin que **le recours au *name and shame*** pourrait constituer une parade complémentaire – plus efficace encore que la réponse pénale – à l'obsolescence programmée. Il pourrait ainsi être confié à l'Arcep la responsabilité de tenir un baromètre annuel et public des metteurs

¹ « L'obsolescence programmée se définit par l'ensemble des techniques par lesquelles un metteur sur le marché vise à réduire délibérément la durée de vie d'un produit pour en augmenter le taux de remplacement ».

² <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/transaction-avec-le-groupe-apple-pour-pratique-commerciale-trompeuse>.

³ <https://www.arcep.fr/actualites/les-prises-de-parole/detail/n/la-regulation-des-telecoms-doit-setendre-aux-terminaux-1.html>.

sur le marché, en s'appuyant sur les indices de réparabilité et de durabilité prévus par la loi AGECE, qui seront rendus obligatoires respectivement en 2021 et 2024¹.

Proposition n° 9 : Renforcer les sanctions pour obsolescence programmée *via* :

- **une réflexion à engager sur la réécriture de l'article L. 213-4-1 du code de la consommation, qui définit et sanctionne l'obsolescence programmée afin de rendre le dispositif plus dissuasif ;**
- **une orientation des enquêtes pour obsolescence programmée à l'Arcep plutôt qu'à la DGCCRF ;**
- **un recours plus systématique au *name and shame* et la création d'un baromètre annuel et public des metteurs sur le marché en fonction des critères de réparabilité et de durabilité.**

2. Renforcer la lutte contre l'obsolescence logicielle

Le cadre légal doit également être complété pour mieux lutter contre l'obsolescence logicielle. Celle-ci conduit à un renouvellement accéléré des logiciels et systèmes d'exploitation, pouvant dégrader les performances des terminaux. Elle constitue en cela une forme d'obsolescence programmée, poussant le consommateur à renouveler son *smartphone* ou son ordinateur pour pouvoir utiliser les dernières versions de logiciels.

La transposition des directives (UE) 2019/770² et 2019/771³ du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2019 pourrait fournir un véhicule juridique adapté à l'inscription de dispositions législatives relatives à l'obsolescence logicielle⁴. La mission d'information recommande notamment :

- de créer une obligation de **dissociation des mises à jour correctives**, nécessaires pour la sécurité du matériel, et des mises à jour évolutives, accessoires et pouvant accélérer l'obsolescence du terminal ;

¹ Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.

² Directive (UE) 2019/770 du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2019 relative à certains aspects concernant les contrats de fourniture de contenus numériques et de services numériques.

³ Directive (UE) 2019/771 du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2019 relative à certains aspects concernant les contrats de vente de biens, modifiant le règlement (UE) 2017/2394 et la directive 2009/22/CE et abrogeant la directive 1999/44/CE.

⁴ L'article 8 de la directive relative à la fourniture de contenus et services numériques et l'article 7 de la directive concernant certains aspects des contrats de vente de biens contraignent ainsi le vendeur à fournir des mises à jour pendant une période à laquelle le consommateur peut raisonnablement s'attendre.

- de créer un **droit à la réversibilité** : l'utilisateur devrait toujours être en mesure de revenir à une version antérieure du logiciel ou du système d'exploitation, s'il estime que la mise à jour a contribué à ralentir son terminal ;
- de **restreindre le nombre d'applications préinstallées** sur le terminal par le metteur sur le marché ou, *a minima*, de permettre à l'utilisateur de les désinstaller.

L'installation de logiciels libres¹ devrait également être garantie. Moins volumineux que les logiciels propriétaires, les logiciels libres peuvent être utilisés sur du matériel ancien et moins performant. Distribués avec un accès au code source, à la différence des logiciels propriétaires, ils peuvent être soumis à étude, critique et correction, limitant les risques d'obsolescence logicielle intentionnée.

Proposition n° 10 : Renforcer la lutte contre l'obsolescence logicielle en adoptant plusieurs dispositions législatives :

- dans le cadre de la transposition des directives (UE) 2019/770 et 2019/771 du Parlement européen et du Conseil du 20 mai 2019 : la dissociation des mises à jour correctives, nécessaires pour la sécurité du matériel, et des mises à jour évolutives, accessoires et pouvant accélérer l'obsolescence du terminal ; la réversibilité des installations ; la restriction du nombre d'applications préinstallées au strict nécessaire ou la possibilité de leur désinstallation ;
- l'obligation de permettre l'installation des logiciels libres.

C. EN FAVORISANT LE RÉEMPLOI ET LA RÉPARATION

1. Renforcer l'ambition en matière de réparation et de réemploi par un taux de TVA réduit et l'inscription d'objectifs ambitieux dans le cahier des charges des éco-organismes

Pour limiter leur renouvellement, il convient également de **renforcer considérablement la réparation et le réemploi - via le reconditionnement - des terminaux.**

Des dispositions ambitieuses ont à cet égard été inscrites dans la loi AGECE, qui prévoit la **création, dès 2021, de fonds de réparation et de fonds de réemploi**, dans plusieurs filières de responsabilité élargie du

¹ Selon la définition donnée par l'Association francophone des utilisateurs de logiciels libres, un logiciel libre « peut être utilisé, modifié et redistribué sans restriction par la personne à qui il a été distribué ». Les logiciels libres se distinguent des logiciels « propriétaires », distribués en version exécutable, sans accès au code source. Mozilla Firefox, Mozilla Thunderbird, OpenOffice.org et VLC sont des exemples de logiciels libres célèbres.

producteur (REP), parmi lesquelles la filière des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) en charge notamment de la prévention et de la gestion des déchets du numérique.

Ces fonds seront **financés par l'éco-contribution payée par le consommateur lors de l'achat d'un bien relevant de la filière**. Ils seront dotés des ressources nécessaires à l'atteinte des objectifs de réparation et de réemploi imposés aux éco-organismes agréés par l'État.

Dans le cadre de la filière DEEE, le fonds de réemploi pourra notamment **financer des acteurs du reconditionnement de terminaux informatiques, sur le fondement d'une convention établie entre ces acteurs et le fonds**. Le fonds de réparation participera quant à lui au financement des coûts de réparation effectuée par les utilisateurs auprès d'un **réparateur labellisé**.

Parallèlement au déploiement de ces fonds, la mission d'information estime qu'un **taux de TVA réduit à 5,5 %** pourrait être instauré pour l'acquisition d'objets électroniques reconditionnés et pour les activités de réparation. Ces taux de TVA réduits pourraient contribuer à **renforcer l'attractivité des offres issues du reconditionnement et de la réparation**, et ainsi limiter le renouvellement des terminaux. En conséquence, ils participeraient également à la **structuration dans les territoires d'un écosystème industriel du reconditionnement et de la réparation**.

Par ailleurs, des objectifs ambitieux de réemploi et de réparation devront être inscrits dans les cahiers des charges des éco-organismes de la filière DEEE agréés par l'État, en application de l'article 62 de la loi AGECE. Plus cette ambition sera élevée, plus les éco-contributions pourront être fléchées vers le financement des fonds de réemploi et de réparation.

Enfin, la mission d'information rappelle que la filière DEEE comprend un ensemble hétéroclite de biens - allant de l'électroménager au numérique. Les performances des éco-organismes sont aujourd'hui trop peu satisfaisantes, car les équipements numériques sont noyés dans un ensemble plus large de biens au tonnage plus élevés et pour l'heure, mieux réparés et recyclés (réfrigérateurs, lave-linge...). Il conviendrait ainsi de **fixer des objectifs de réparation et de réemploi spécifiques à certaines catégories d'équipements numériques** (*smartphones, ordinateurs, téléviseurs*).

Proposition n° 11 : Renforcer l'ambition en matière de réparation et de réemploi en :

- **mettant en place un taux de TVA réduit sur la réparation de terminaux et l'acquisition d'objets électroniques reconditionnés pour limiter les achats neufs ;**
- **fixant des objectifs ambitieux de réparation et de réemploi dans le cahier des charges des éco-organismes de la filière DEEE dans le cadre de l'application de la loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire et en déclinant, le plus rapidement possible, ces objectifs pour certaines catégories d'équipements (*smartphones, ordinateurs, téléviseurs, etc.*).**

2. Activer le levier de la commande publique pour contribuer à renforcer les marchés de réemploi et de réparation

La **commande publique** pourrait également constituer un levier très efficace à la disposition de la puissance publique pour soutenir les marchés de réemploi et de réparation.

L'**article 55 de la loi AGECE** pourrait servir de fondement législatif à cette ambition. Il dispose notamment qu'« *à compter du 1^{er} janvier 2021, les services de l'État ainsi que les collectivités territoriales et leurs groupements, lors de leurs achats publics et dès que cela est possible, (...) privilégient les biens issus du réemploi (...) en prévoyant des clauses et des critères utiles dans les cahiers des charges* ».

Quelques jours après la promulgation de la loi, une **circulaire du Premier ministre du 25 février 2020¹** a détaillé **20 engagements de l'État pour des services publics écoresponsables**. La 20^e mesure dispose : « *L'État développe d'ici juillet 2020 une stratégie de réduction de l'empreinte carbone du numérique public, qui comprendra notamment une démarche de sensibilisation des agents aux éco-gestes numériques et l'achat de matériels ou de consommables reconditionnés* ».

Pour privilégier l'achat de terminaux reconditionnés, une clause de réemploi ou un lot réemploi pourrait être intégré dans les appels d'offres publics d'achats numériques. Des objectifs exigeants de réemploi pourraient être fixés par le pouvoir réglementaire. Afin de créer un effet d'entraînement pour les acteurs privés, ces objectifs pourraient être fixés à un niveau supérieur aux objectifs de réemploi de la filière DEEE.

Enfin, les critères de durabilité des produits pourraient également être pris en compte dans les marchés publics, sur la base notamment des critères de l'indice de réparabilité, obligatoire au 1^{er} janvier 2021, puis de l'indice de durabilité à partir du 1^{er} janvier 2024, créés par la loi AGECE. Sollicitée par la mission d'information, la direction interministérielle au numérique (DINUM) s'est montrée ouverte à ces préconisations : « *il est possible d'imaginer qu'à terme pour les achats de*

¹ http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2020/02/cir_44936.pdf

l'État sur certains produits soit exigé un score minimal d'indice de réparabilité et, plus tard, d'indice de durabilité ».

Proposition n° 12 : Activer le levier de la commande publique pour contribuer à renforcer les marchés de réemploi et de réparation en :

- **imposant la prise en compte de critères de durabilité des produits dans les marchés publics, sur la base notamment des critères de l'indice de réparabilité, obligatoire au 1^{er} janvier 2021, puis de l'indice de durabilité à partir du 1^{er} janvier 2024 ;**
- **ajoutant systématiquement une clause de réemploi ou un lot réemploi dans les appels d'offres publics d'achats d'équipements neufs.**

3. Conditionner les aides à la numérisation des entreprises dans le cadre du plan de relance à l'intégration d'une ambition environnementale

Le **plan de relance**, qui sera déployé dans les mois à venir pour soutenir les secteurs économiques touchés par la crise sanitaire et qui donnera sans aucune doute une place importante au digital, ne peut pas ignorer le coût environnemental majeur que constitue le renouvellement systématique des terminaux. Si les **mesures d'aides à la transition numérique des entreprises** se justifient au regard du retard pris par le tissu industriel français dans l'intégration des technologies numériques¹, elles **doivent s'accompagner d'une ambition environnementale forte**, en intégrant un soutien spécifique aux pratiques vertueuses.

À titre d'exemple, les soutiens qui pourraient être accordés à la numérisation des PME et TPE pourraient être accrus – sous forme de bonus – pour les entreprises s'engageant à intégrer une part minimale de terminaux reconditionnés dans leurs achats numériques. Cet avantage fiscal contribuerait à structurer plus encore le secteur français du reconditionnement, amené à occuper une place croissante dans notre paysage industriel.

Les éventuels prêts accordés par Bpifrance en direction des entreprises industrielles pour accélérer leur transition numérique pourraient quant à eux être conditionnés à l'intégration d'une ambition environnementale dans leurs dossiers de candidature.

Proposition n° 13 : Conditionner les aides à la numérisation des entreprises dans le cadre du plan de relance à l'intégration d'une ambition environnementale, privilégiant par exemple l'acquisition de terminaux reconditionnés à l'achat d'équipements neufs.

¹ 15 % des PME vendent en ligne et les PME réalisent seulement 11 % de leur chiffre d'affaires en ligne, ce qui situe la France aux 17^e et 12^e places au niveau européen.

En résumé

Pour réduire l’empreinte environnementale liée au renouvellement des terminaux, la mission d’information recommande de **taxer les externalités négatives** liées à la fabrication des terminaux par **l’introduction d’une taxe carbone aux frontières européennes**, de renforcer les **sanctions** existantes pour **obsolescence programmée**, de renforcer la lutte contre **l’obsolescence logicielle** et surtout de **favoriser le réemploi et la réparation des terminaux**, *via* la mise en place d’un **taux de TVA réduit** sur ces activités, l’inscription d’objectifs ambitieux dans les cahiers des charges des éco-organismes de la filière DEEE ou encore l’activation du levier de la commande publique pour contribuer à renforcer les marchés de réemploi et de réparation.

La mission appelle également à **conditionner** les aides à la numérisation des entreprises dans le cadre du **plan de relance** à l’intégration d’une ambition environnementale, privilégiant par exemple l’acquisition de terminaux reconditionnés à l’achat d’équipements neufs.

III. FAIRE ÉMERGER ET DÉVELOPPER DES USAGES DU NUMÉRIQUE ÉCOLOGIQUEMENT VERTUEUX

A. EN DÉFINISSANT LES DONNÉES COMME UNE RESSOURCE NÉCESSITANT UNE GESTION DURABLE : PRÉVOIR UNE CONSÉCRATION LÉGISLATIVE DE LA DONNÉE COMME UNE RESSOURCE NÉCESSITANT UNE GESTION DURABLE

La crise sanitaire et le confinement ont brutalement montré que **les données numériques sont une ressource précieuse**, indispensable à la continuité de pans entiers de la vie de notre Nation. Dans le même temps, cependant, les actions prises par le Gouvernement¹ pour éloigner le spectre de la saturation des réseaux face à l’accroissement des usages² ont rappelé aux Français que cette ressource n’était pas illimitée.

Ce constat va à rebours des tendances observées depuis des décennies sur le marché des télécoms. En effet, avec l’évolution des technologies, les utilisateurs ont été encouragés à consommer toujours plus de données. Selon les informations transmises par un des quatre grands opérateurs français, **la consommation de données mobiles 4G augmente de 30 % par an environ. La tendance devrait se poursuivre dans les années à venir, notamment avec le déploiement de la 5G, qui permettra de multiplier le débit par 10 par rapport à la 4G.** L’amélioration de l’efficacité

¹ Encouragement à la réduction du trafic des géants de la vidéo américains (Netflix, Youtube), ordonnance du 25 mars 2020 visant à faciliter le travail de maintenance et de renforcement des réseaux, introduisant, pour la durée de l’état d’urgence sanitaire, plusieurs dispositions dérogatoires...

² Selon les chiffres de la direction générale des entreprises, « en quelques jours, les volumes d’appel ont ainsi été multipliés par deux et le trafic Internet a connu une hausse de 20 à 30 % ».

énergétique des réseaux ne permettra pas d'absorber cette hausse des usages : selon l'étude commandée par la mission d'information, « de 11,1 TWh en 2019, la consommation d'énergie primaire des réseaux en France pourrait passer, en scénario central à 13,3 TWh en 2025, et 19,4 TWh en 2040 », **soit une hausse de 75 %**. Les émissions de GES des réseaux augmenteraient également – dans une proportion moindre cependant (+ 34 %)¹ – et cela, malgré la réduction de l'intensité carbone de l'électricité en France sur la même période. La hausse continue de la consommation de données impacte également les *data centers*, dont la consommation électrique devrait être multipliée par trois en vingt ans, malgré les gains d'efficacité énergétique.

Pour contrer cet effet rebond particulièrement puissant, l'enseignement tiré de la crise sanitaire devrait être pérennisé. En ce que les données sont une ressource précieuse, elles devront être utilisées, dans le futur, avec plus de parcimonie. Car les données correspondent au final à de l'énergie consommée. On pourrait être tenté de détourner le slogan publicitaire souvent relayé aux Français : « les données sont notre avenir, économisons-les ! ».

Un tel changement de paradigme devrait être reconnu dans la loi, à la faveur par exemple de la transposition du code européen des télécommunications². La donnée pourrait y être définie comme une ressource, nécessitant une gestion durable, au même titre que d'autres ressources précieuses, comme l'eau et l'énergie.

Proposition n° 14 : Prévoir une consécration législative de la donnée dans le cadre de la transposition du code européen des communications électroniques, en définissant la donnée comme une ressource nécessitant une gestion durable.

B. EN RÉGULANT L'OFFRE DES FORFAITS TÉLÉPHONIQUES :INTERDIRE LES FORFAITS MOBILES AVEC UN ACCÈS AUX DONNÉES ILLIMITÉES ET RENDRE OBLIGATOIRE UNE TARIFICATION PROPORTIONNELLE AU VOLUME DE DONNÉES DU FORFAIT

Certaines pratiques commerciales s'avèrent aujourd'hui incompatibles avec l'exigence d'une gestion plus durable de la donnée.

Les forfaits mobiles avec un accès illimité aux données devraient ainsi être interdits. Si peu d'opérateurs proposent aujourd'hui ce type d'offres en 4G, elles pourraient être amenées à se généraliser avec le développement de la 5G.

A minima, la tarification au consommateur devrait être rendue **proportionnelle au volume de données prévu par le forfait mobile souscrit**. Cela

¹ Les émissions de GES des réseaux augmenteraient lentement, de 746 milliers de tCO₂eq en 2025 à 932 milliers de tCO₂eq en 2040, contre 696 milliers de tCO₂eq en 2019.

² Directive (UE) 2018/1972 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 établissant le code des communications électroniques européen.

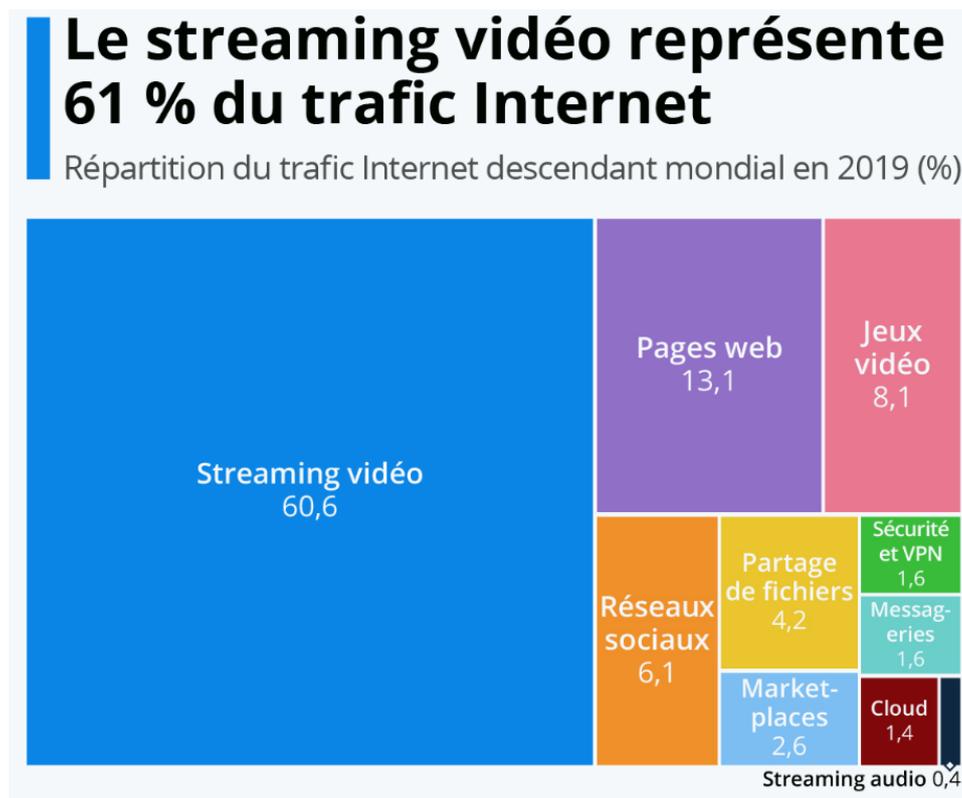
n'est pas toujours le cas : le coût unitaire de la donnée décroît souvent avec la quantité de données accordée au consommateur¹.

Pour le Conseil national du numérique, ces pratiques constituent de surcroît « une subvention indirecte des utilisateurs à fort trafic par l'ensemble des usagers ».

Proposition n° 15 : Interdire les forfaits mobiles avec un accès aux données illimitées et rendre obligatoire une tarification proportionnelle au volume de données du forfait.

C. EN LIMITANT L'IMPACT DES USAGES VIDÉO : ENCADRER LE STREAMING VIDÉO, QUI REPRÉSENTE 60 % DU TRAFIC INTERNET MONDIAL

En 2019, le *streaming* vidéo représentait 60,6 % du trafic Internet mondial, loin devant le chargement des pages Web (13,1 %) et les jeux vidéo (8,1 %).



Source : Sandvine (2019).

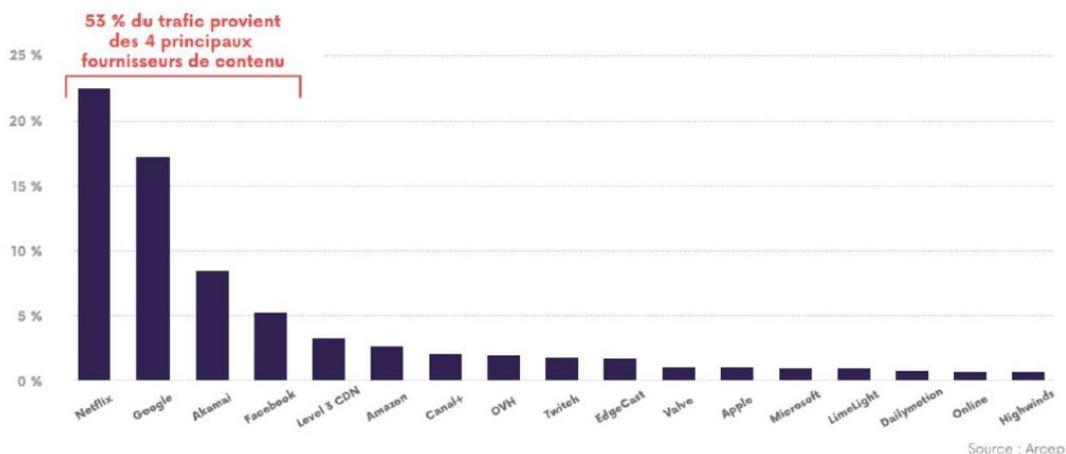
¹ À titre d'exemple, un opérateur français propose aujourd'hui quatre offres mobiles principales : 100 Mo pour 4,99 euros, 60 Go pour 11,99 euros, 80 Go pour 13,99 euros et 100 Go pour 15,99 euros. Le coût unitaire de la donnée est beaucoup moins élevé pour les trois dernières offres, que pour la première.

Les géants américains de la vidéo Netflix et Google – propriétaire de Youtube – représentent respectivement 23 % et 17 % du trafic en France.

Ces entreprises hébergent jusqu'à présent leurs services aux États-Unis, ou à défaut dans des pays européens comme l'Irlande et les Pays-Bas pour servir, entre autres, le marché français. Plus efficaces que les centres informatiques hébergés en France en raison de leur taille très importante, les *data centers* des entreprises américaines de la vidéo consomment en revanche une électricité bien plus carbonée que l'électricité française (493gCO₂eq/kWh, contre 57,1gCO₂/kWh).

Le streaming vidéo provoque donc un phénomène de « fuites carbone », correspondant à une augmentation des émissions étrangères de gaz à effet de serre imputable à la consommation domestique de vidéos. 53 % des émissions de gaz à effet de serre dues à l'utilisation de *data centers* ont ainsi été produites à l'étranger.

DÉCOMPOSITION DU TRAFIC EN FRANCE SELON L'ORIGINE POUR LES PRINCIPAUX OPÉRATEURS EN FRANCE (FIN 2018)



Source : Arcep (2019).

Le streaming vidéo place également les réseaux français en situation de dépendance croissante vis-à-vis des fournisseurs de contenus étrangers.

Afin d'écarter les risques de saturation des réseaux face à la hausse des usages durant la période de confinement, la France a ainsi du solliciter le concours des plus grands fournisseurs américains, en leur demandant de réduire la qualité de leurs vidéos. Netflix a baissé de 25 % son trafic dès la mi-mars. Quant à Youtube, ses vidéos ont été paramétrées, par défaut, pour se lancer avec une qualité d'image standard, voire dégradée. Le Gouvernement a également demandé à la plateforme de *streaming* Disney+ de reporter à avril son lancement, initialement prévu en mars.

Il est dommageable qu'aucune stratégie durable n'ait encore été définie pour limiter structurellement l'emprise de la vidéo sur les réseaux français et pour ne pas laisser le *streaming* phagocyter d'autres usages présentant un intérêt socio-économique plus important (télétravail, télémedecine, cours en ligne...). Mieux encadrer les usages vidéo relève donc d'une nécessité environnementale – afin de limiter le phénomène de « fuites carbone » – mais aussi d'une **exigence d'indépendance vis-à-vis du marché américain du streaming**.

Les autorités françaises et européennes doivent tout d'abord responsabiliser les grands acteurs de la vidéo, aujourd'hui trop peu préoccupés de l'impact de leurs pratiques. Selon Orange, « pour Netflix ou Youtube, la priorité est le confort de l'utilisateur. Leur intérêt est donc d'envoyer le maximum de données sur le réseau, pour diminuer le plus possible la latence des vidéos ». Le dialogue qui sera engagé avec les grands fournisseurs de contenus devra ainsi permettre de **faire émerger des pratiques plus sobres que celles pratiquées actuellement**.

Les restrictions de débit mises en place pendant la période de confinement prouvent par ailleurs la **faisabilité technique d'une adaptation de la qualité vidéo par les fournisseurs de contenus**. Si des mesures durables de réduction de la résolution pourraient rencontrer une opposition de la part du grand public, les acteurs du *streaming* vidéo devraient *a minima* être contraints **d'adapter la qualité de la vidéo à la résolution maximale du terminal utilisé**¹. Pour le Conseil national du numérique, une telle régulation est d'autant plus nécessaire que les services de *streaming* proposent des qualités de vidéos de plus en plus élevées (4K, 8K...).

Enfin, **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**. En ce que cette imposition pourrait constituer une dérogation au principe de neutralité du Net, une révision du règlement européen consacrant ce principe² pourrait être nécessaire.

¹ De nombreux smartphones et tablettes offrent ainsi une résolution maximale de 720p, alors même que le contenu téléchargé peut souvent atteindre les 1080p.

² Règlement (UE) 2015/2120 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 établissant des mesures relatives à l'accès à un Internet ouvert et modifiant la directive 2002/22/CE concernant le service universel et les droits des utilisateurs au regard des réseaux et services de communications électroniques et le règlement (UE) n° 531/2012 concernant l'itinérance sur les réseaux publics de communications mobiles à l'intérieur de l'Union.

Proposition n° 16 : Encadrer les usages vidéo en privilégiant une triple approche :

- **une responsabilisation des grands acteurs de la vidéo ;**
- **une obligation d'adapter la qualité de la vidéo téléchargée à la résolution maximale du terminal ;**
- **l'introduction d'une taxe sur les plus gros émetteurs de données, afin d'inciter à une injection plus raisonnable de données sur le réseau.**

D. EN AMÉLIORANT L'ÉCOCONCEPTION DES SITES ET SERVICES NUMÉRIQUES

1. Accompagner, à court terme, les administrations dans l'écoconception des sites et services numériques

Afin de limiter la consommation de données lors du chargement des pages Internet, l'écoconception des sites et services numériques doit être très largement généralisée.

Pour Frédéric Bordage (GreenIT.fr), les solutions existent : l'écoconception permet déjà de développer des services beaucoup moins consommateurs en données, sans dégrader le service rendu. « *La Deutsche Bahn a ainsi démontré qu'il était possible de diviser par 1 350 la quantité de ressources informatiques nécessaires pour trouver l'horaire d'un train* » a-t-il rappelé lors de son audition par la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable¹.

L'écoconception constitue **également un des leviers de lutte contre l'obsolescence des équipements numériques**, dès lors qu'un site éco-conçu est plus facile à charger sur un terminal ancien et peu performant. Enfin, pour le Conseil national du numérique, « *l'écoconception est bien souvent la corollaire de l'accessibilité numérique car un site sobre est généralement un site plus accessible pour les personnes en situation de handicap* ». L'écoconception améliore donc l'expérience de l'utilisateur et **contribue ainsi à l'inclusion numérique**.

Sur le fondement de l'article 55 de la loi AGE², l'exigence d'écoconception des sites et services numériques des administrations pourrait ainsi être renforcée.

Pour ce faire, l'administration pourrait s'appuyer sur les procédures mises en place pour améliorer l'ergonomie des sites publics. La direction

¹ *Table ronde de think-tanks (The Shift Project et GreenIT.fr), le 29 janvier 2020. Vidéo consultable ici.*

² *Le deuxième alinéa de l'article 55 de la loi AGE dispose ainsi que « lorsque le bien acquis est un logiciel, les administrations mentionnées au premier alinéa de l'article L. 300-2 du code des relations entre le public et l'administration promeuvent le recours à des logiciels dont la conception permet de limiter la consommation énergétique associée à leur utilisation ».*

interministérielle au numérique (DINUM) a ainsi développé le « **Cerfa numérique** », qui liste 35 critères de qualité permettant de réaliser des sites faciles à comprendre et ergonomiques. Depuis 2014¹, avant tout lancement d'un projet numérique de plus de 9 millions d'euros, chaque ministère doit solliciter auprès de cette direction un **avis de conformité**, portant notamment sur le respect des critères fixés par le Cerfa. La liste des avis est publiée en ligne².

Sur un modèle analogue, **des critères d'écoconception des sites pourraient être intégrés dans le « Cerfa numérique »**. Un avis de conformité obligatoire de la DINUM pourrait être prévu pour tous les projets de sites publics de plus de 5 millions d'euros, seuil préconisé par un récent rapport du Conseil national du numérique consacré à l'accessibilité numérique³.

Parallèlement, **un appel à manifestation d'intérêt pourrait être lancé** pour identifier les solutions les plus exemplaires et innovantes en matière d'écoconception des services numériques. Un **label officiel pourrait être accordé par la DINUM aux lauréats**.

Proposition n° 17 : Accompagner, à court-terme, les administrations dans l'écoconception des sites et services numériques en :

- **intégrant des critères d'écoconception des sites dans le « Cerfa numérique » (qui liste des critères pour l'ergonomie des sites) conçu par la Direction interministérielle au numérique (DINUM) ;**
- **prévoyant un avis de conformité obligatoire de la DINUM pour tous les projets de sites publics de plus de 5 millions d'euros ;**
- **lançant un appel à manifestation d'intérêt pour identifier les solutions les plus exemplaires en matière d'écoconception des services numériques.**

¹ Arrêté du 14 novembre 2014 pris pour l'application de l'article 3 du décret n° 2014-879 du 1^{er} août 2014 relatif au système d'information et de communication de l'État.

² <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/publication-des-avis-dinum-articles-3-et-7/>

³ Conseil national du numérique, Accessibilité numérique, entre nécessité et opportunité, 2020.

2. Rendre obligatoire, à moyen terme, l'écoconception des sites publics et des plus grands sites privés

À moyen terme, **l'écoconception** des sites des services publics et des entreprises totalisant plus de 500 millions d'euros de chiffre d'affaires pourrait être **rendue obligatoire**, à l'image des obligations existantes en matière d'accessibilité numérique pour les personnes handicapées¹.

En cas de non-respect de ces obligations, les administrations et entreprises s'exposeraient à des **sanctions administratives, qui pourraient être prononcées par l'Arcep**. Le plafond de la sanction devrait être fixé à un niveau suffisamment élevé pour permettre à l'autorité administrative de moduler l'amende en fonction des moyens de l'entreprise ou de l'administration concernée.

L'Arcep pourrait également interdire temporairement la publication des sites non-éco-conçus et publier une liste noire de ces sites, à l'image des pratiques existantes au Royaume-Uni en matière d'accessibilité numérique pour les personnes handicapées².

Proposition n° 18 : Rendre obligatoire, à moyen terme, l'écoconception des sites publics et des plus grands sites privés, avec un pouvoir de sanction de l'Arcep.

Pour cela :

- rendre obligatoire l'écoconception des sites web et services en ligne publics et des entreprises totalisant plus de 500 millions d'euros de chiffre d'affaires ;**
- créer un pouvoir de sanction de l'Arcep en cas de non-respect de cette obligation et plafonner la sanction à un niveau suffisamment élevé, pour permettre à l'Arcep de moduler l'amende en fonction des moyens de l'entreprise ou de l'administration concernée ;**
- interdire temporairement la publication des sites non-éco-conçus et prévoir la publication d'une liste noire de ces sites.**

¹ Article 47 de la loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, modifié par l'article 106 de la loi n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique.

² Conseil national du numérique, Accessibilité numérique, entre nécessité et opportunité, 2020.

E. EN PERMETTANT UNE « RÉGULATION DE L'ATTENTION »

1. Prévoir une obligation de *reporting* des fournisseurs de contenus sur les stratégies cognitives utilisées pour accroître les usages

L'économie de l'attention est une théorie économique établie par Herbert Simon en 1971, définissant l'attention des consommateurs comme une ressource économique rare face à l'abondance d'informations. Pour de nombreux chercheurs, cette théorie définit particulièrement bien le fonctionnement des marchés à l'ère du numérique, caractérisée par une accélération de la diffusion des contenus et une concurrence des plateformes pour capter l'attention des internautes¹

Les *designs* des sites et services numériques sont développés à cette fin : **utilisation de couleurs vives, notifications permanentes, scroll infini², lancement automatique de vidéos avec le défilement d'une page ou sur les sites de streaming³...** Ces techniques, qui font l'objet d'une étude spécifique, la captologie, sont dénoncées par d'anciens collaborateurs des GAFAM⁴, à l'instar de Tristan Harris, ancien ingénieur chez Google⁵.

D'après la contribution envoyée à la mission d'information par le neurobiologiste Jean-Pol Tassin, ces techniques « *ne correspondent pas à proprement parler à des stratégies addictives* » ; elles mobilisent plutôt le « *fonctionnement analogique du système nerveux central* », **plaçant l'utilisateur dans une situation de confort lui évitant autant que possible de réaliser des efforts.** « *Évidemment, cette absence d'effort augmente la quantité de données échangées, ce qui ne peut que nuire à une limitation de la consommation énergétique et donc aux objectifs climatiques.* »

Pour des raisons éthiques et environnementales, la mission d'information estime qu'une plus grande transparence doit être faite quant aux stratégies cognitives utilisées par les plus grandes plateformes pour capter l'attention des consommateurs et ainsi accroître les usages. Cette obligation de *reporting* constitue le préalable à la mise en place d'une « régulation de l'attention ».

¹ Philipp Lorenz-Spreen, Bjarke Mørch Mønsted, Philipp Hövel & Sune Lehmann, « Accelerating dynamics of collective attention », *Nature*, 15 avril 2019.

² Avec le scroll infini, le contenu d'une page se charge au fur et à mesure que l'internaute fait défiler la page vers le bas. Le scroll infini supprime ainsi la pagination et propose l'ensemble du contenu sur une seule page.

³ Cette pratique concerne certaines plateformes de streaming paramétrées pour lancer automatiquement une vidéo – suggérée par la plateforme sur le fondement des goûts de l'utilisateur – à la fin du visionnage d'une autre vidéo. Elle peut aussi correspondre à la situation dans laquelle une vidéo – parfois publicitaire – est activée lorsqu'elle est survolée par la souris ou lorsqu'elle apparaît avec le défilement de la page.

⁴ Google, Amazon, Microsoft, Facebook et Apple.

⁵ Tristan Harris, « Beaucoup de ficelles invisibles dans la tech nous agitent comme des marionnettes », 31 mai 2018.

Proposition n° 19 : Prévoir une obligation de *reporting* des fournisseurs de contenus sur les stratégies cognitives utilisées pour accroître les usages.

2. Interdire certaines pratiques comme le lancement automatique des vidéos et le *scroll* infini

Certaines de ces stratégies - parmi lesquelles **le *scroll* infini et le lancement automatique des vidéos avec le défilement d'une page ou sur les sites de *streaming*** - devraient par ailleurs être **interdites**.

L'interdiction du lancement automatique des vidéos à fin publicitaire faciliterait de surcroît la connexion en allégeant considérablement le chargement, particulièrement pour les usagers ne disposant pas d'une connexion en très haut débit.

Des réflexions devront également être engagées pour mieux encadrer l'utilisation **d'écrans publicitaires lumineux dans l'espace public**. Ces panneaux vidéo connectés visent également à capter l'attention des passants et des automobilistes et sont très consommateurs en électricité.

Proposition n° 20 : Interdire certaines pratiques comme le lancement automatique des vidéos et le *scroll* infini.

En résumé

La mission d'information juge nécessaire de faire émerger et de développer des usages du numérique écologiquement vertueux, afin de contrer les effets rebonds mis en évidence par les résultats de l'étude commandée. Depuis plusieurs années, les gains d'efficacité énergétique des réseaux et des *data centers* sont en effet **annulés** par l'accroissement continu des usages.

Pour ce faire, la mission appelle à définir les données comme une **ressource nécessitant une gestion durable**, à réguler l'offre des **forfaits téléphoniques**, par exemple par l'interdiction des forfaits mobiles avec un accès aux données illimitées, ou encore **améliorer l'écoconception** des sites et services numériques, qui pourrait être rendue obligatoire à moyen-terme pour les administrations et les grandes entreprises.

En outre, un **encadrement des usages vidéo** semble particulièrement nécessaire. Le *streaming* vidéo représente en effet 60 % du trafic Internet mondial et provoque un **important phénomène de « fuites carbone »** : 53 % des émissions de gaz à effet de serre dues à l'utilisation de *data centers*, ont ainsi été produites à l'étranger, notamment pour le visionnage de vidéos. Pour mieux réguler ces usages, la mission estime nécessaire de contraindre les grands fournisseurs de contenus à **adapter la qualité de la vidéo téléchargée** à la résolution maximale du terminal ou encore d'introduire d'une **taxe prélevée sur les plus gros émetteurs de données** afin d'inciter à une injection plus raisonnable de données sur le réseau.

La mission propose également de **bâtir une « régulation de l'attention »**, notamment en **interdisant** certaines pratiques comme le **lancement automatique des vidéos et le *scroll* infini**.

IV. ALLER VERS DES DATA CENTERS ET DES RÉSEAUX MOINS ÉNERGIVORES

A. EN AMÉLIORANT LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES DATA CENTERS, RESPONSABLES DE 14 % DE L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE EN FRANCE

D'après les résultats de l'étude commandée par la mission d'information, les *data centers* représentaient en 2019 14 % de l'empreinte carbone du numérique en France.

Soutenue par l'accroissement considérable des usages, cette empreinte pourrait connaître d'ici 2040 une hausse de 86 %, plus importante même que celle du bilan carbone de l'ensemble du secteur numérique français (+ 60 %) sur la même période. Des politiques publiques doivent dès à présent être mobilisées pour atténuer cette augmentation.

1. Inciter à l'installation de *data centers* en France et conditionner l'avantage fiscal existant à des critères de performance environnementale

Les **centres informatiques** – ou *data centers* – sont des lieux où sont effectués des services de stockage et de traitement de données pour des utilisateurs – consommateurs, entreprises ou administrations. Ils hébergent des serveurs – ordinateurs réalisant des traitements – ainsi que des baies – disques durs stockant les données –, et sont reliés aux utilisateurs par les réseaux fixes ou mobiles.

Un centre informatique peut opérer à des échelles réduites, comme celle d'une entreprise disposant de ses propres serveurs, ou au contraire à l'échelle internationale, essentiellement *via* les services des GAFAM, particulièrement sollicités pour le visionnage de vidéos en *streaming* (voir *supra*), le traitement des recherches Internet, ou encore pour le stockage de données sur le *cloud*.

On distingue trois grands types de *data centers* :

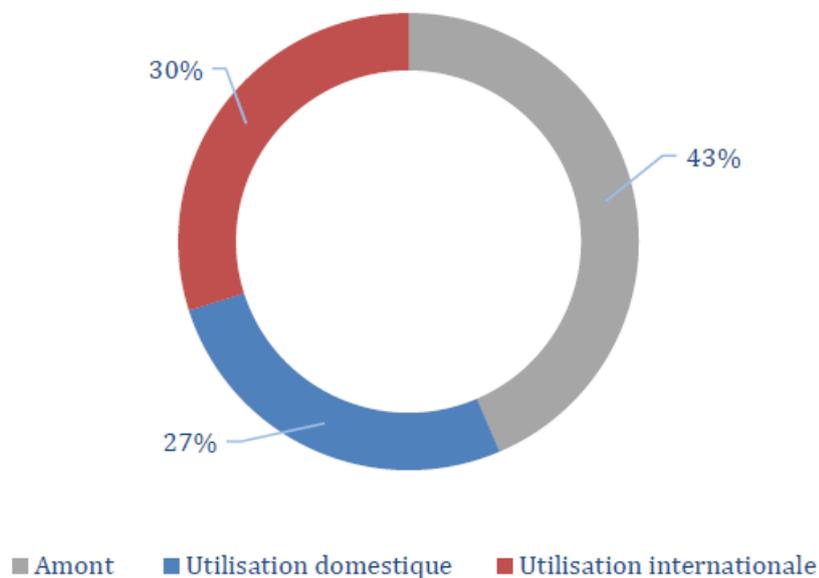
– les *data centers* « **classiques** » : ils correspondent à des centres informatiques de taille petite à grande qui hébergent des équipements appartenant à des entreprises, en mode privatif – les locaux appartiennent à alors à l'entreprise – ou en colocation – les locaux appartiennent alors à un hébergeur spécialisé. Ces centres sont principalement installés en France. Leur efficacité énergétique moyenne est évaluée par l'étude commandée par la mission d'information à 0,0669 térawatt-heure par exaoctet ou exabyte (TWh/EB).

– les *hyper data centers* : ils correspondent à des centres informatiques de très grande taille conçus pour réaliser des économies d'échelle. Bien qu'aucune définition standardisée n'en soit donnée, l'*hyper data center* correspond à un centre informatique dont la consommation électrique annuelle atteint quelques dizaines de GWh, voire une centaine de GWh. Les *hyper data centers* sollicités pour les usages français sont pour l'heure situés à l'étranger (États-Unis principalement, mais aussi Irlande ou Pays-Bas). Le développement de l'intelligence artificielle, le déploiement de l'Internet des objets (IoT) et l'explosion des besoins de connectivité devraient contribuer au dynamisme de ce segment du marché. **L'efficacité énergétique** de ces centres informatiques est estimée à 0,007 TWh/EB, soit **10 fois moins que les centres « classiques » installés sur le territoire national**. **L'intensité carbone de l'électricité** consommée par ces *data centers* étrangers (493gCO₂eq/kWh) est **en revanche près de 10 fois plus élevée que celle de l'électricité consommée par les centres français « classiques »** (57,1gCO₂/kWh).

– les *data centers* de type *edge computing* : aujourd'hui peu développés, ces centres informatiques se caractérisent par leur petite taille et leur plus forte proximité des utilisateurs, pouvant par exemple être installés sur des sites industriels. Avec l'accélération de l'Internet des objets et de l'Internet industriel des objets (IoT et IIoT) facilitée par le développement de la 5G, le *edge computing* devrait se déployer plus massivement dans les années à venir. En raison de leur

taille, la performance énergétique de ces centres informatiques se rapproche de celle des *data centers* « classiques ».

Les centres informatiques utilisés par des entreprises et individus résidant en France en 2019 ont consommé environ 33,5 TWh d'énergie primaire et émis 2,1 MtCO₂éq. Cela représente **14 % de l'empreinte carbone du numérique en France**. La construction représente 43 % du bilan carbone des *data centers*. **Malgré la plus grande efficacité énergétique des *hyper data centers*, les émissions associées à l'utilisation (57 %) sont légèrement plus élevées à l'étranger (30 %) qu'en France (27 %)**. Cela s'explique par la moindre carbonation de l'électricité domestique.

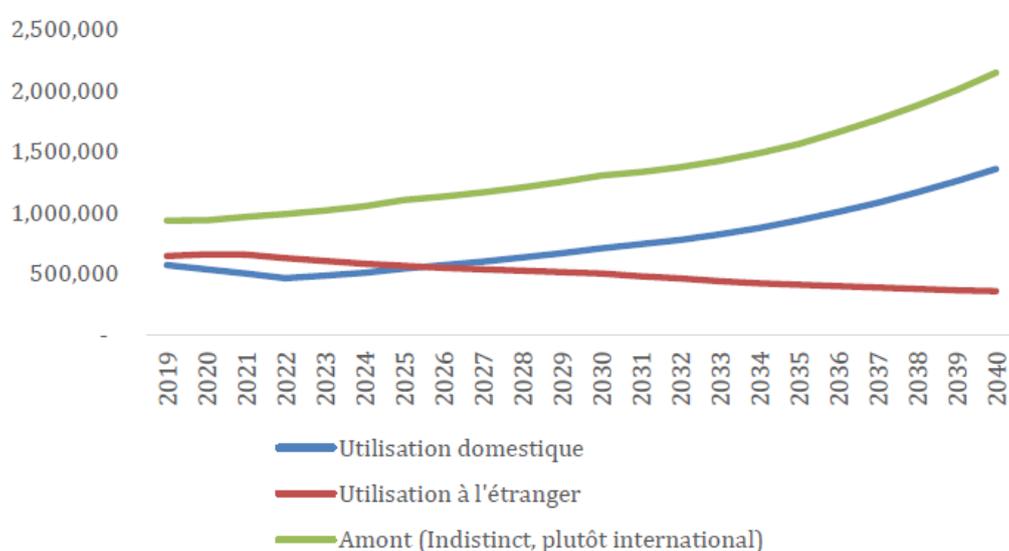


Émissions de GES des centres informatiques par phase et localisation en 2019 (tCO₂éq).

L'évolution de cette empreinte carbone dépendra de plusieurs facteurs aux effets opposés.

D'une part, **des *hyper data centers* devraient être prochainement mis en service en France**. Plusieurs raisons sont évoquées par l'étude commandée par la mission d'information pour expliquer cette tendance à la relocalisation : hausse exponentielle du trafic faisant peser un risque de saturation des réseaux à l'étranger, volonté d'héberger les services au plus proche des utilisateurs pour limiter la latence nécessaire au développement de nouveaux usages (comme le *cloud gaming*), attractivité de la France (faible prix de l'électricité, atouts climatiques facilitant le refroidissement des *data centers*...). **L'implantation en France d'*hyper data centers* en remplacement de centres implantés à l'étranger permettra de réduire significativement l'empreinte carbone de ce segment de marché.**

D'autre part, l'accroissement continu des usages devrait contribuer à une hausse considérable de l'utilisation des centres informatiques : d'ici 2040, « la demande de stockage et de calcul auprès de centres informatiques "classiques" devrait croître d'environ 21 % par an, et celle auprès d'hyper data centers de 35 % par an ». Le dynamisme de l'edge computing contribuera de surcroît à détériorer l'efficacité énergétique des centres informatiques. Enfin, d'après les estimations de l'étude précitée, les gains d'efficacité énergétique des hyper data centers et des centres « classiques » devraient également ralentir¹ après plusieurs années d'importants progrès². Ces tendances contribueront à accroître l'empreinte carbone des data centers.



Projection des émissions de gaz à effet de serre des centres informatiques pour un usage français selon la localisation (tCO2eq) : l'augmentation des émissions domestiques devrait être bien plus importante que la baisse des émissions étrangères.

Selon le scénario central de l'étude, les effets négatifs pourraient l'emporter : les émissions de gaz à effet de serre des centres informatiques passeraient ainsi de 2,1 millions de tCO2eq en 2019 à 2,2 millions de tonnes en 2025, et enfin 3,9 millions de tCO2eq en 2040, soit une hausse de 86 %, plus importante que celle de l'empreinte carbone du numérique (+ 60 %) sur la même période. La mission d'information note néanmoins que le

¹ « Les gains d'efficacité énergétique des hyper data centers ralentissent progressivement pour passer de 20 % par an à 18 % par an à partir de 2026 du fait d'un ralentissement attendu de la loi de Moore. Les gains d'efficacité énergétique des data centers "classiques" sur le territoire national ralentissent progressivement pour passer de 17 % en 2019 à 12 % par an en 2040 » (étude sur l'empreinte carbone du numérique en France).

² La consommation électrique des centres informatiques n'a quasiment pas progressé dans le monde entre 2010 et 2018 (+ 6 %), malgré une hausse considérable des usages (multiplication par 6 des besoins de calcul et de 25 de la capacité de stockage) (Eric Masanet, Arman Shehabi, Nuoa Lei, Sarah Smith, Jonathan Koomey, Recalibrating global data center energy-use estimates, Science, 28 février 2020).

scénario bas, le plus optimiste, de l'étude fait apparaître une baisse nette importante des émissions des *data centers*, de près de - 50 % d'ici 2040. Selon les auteurs de l'étude, ce scénario est cependant « *peu plausible* » car il s'appuie sur une conjonction de trois hypothèses très favorables (la baisse rapide et forte de l'intensité carbone de l'électricité en France ; des gains d'efficacité énergétique qui ralentissent peu ; une hausse de la demande plus faible qu'anticipé). **L'hypothèse d'une hausse de l'empreinte carbone des *data centers* semble donc très probable.**

Pour atténuer ces impacts, des efforts sont à réaliser en amont, afin de développer des usages numériques plus vertueux et plus sobres (voir III). En outre, **au regard de la faible carbonation de l'électricité française, les politiques mises en œuvre pour faciliter l'implantation sur le territoire national de centres informatiques doivent être poursuivies.** En particulier, la loi de finances pour 2019¹ a instauré un tarif réduit de taxe intérieure de consommation finale d'électricité (TICFE) de 12 euros par MWh, contre 22,5 euros pour le tarif de base, pour les consommations des centres informatiques français supérieures à 1 GWh par an lorsque ces consommations sont égales ou supérieures à 1 KWh par euro de valeur ajoutée².

L'octroi de cet avantage fiscal pourrait être **conditionné à des critères de performance énergétique**, en fixant un niveau minimal d'efficacité énergétique. Pour stimuler l'installation de *data centers* performants sur le territoire français, **le soutien pourrait également être renforcé pour les centres les moins consommateurs.**

Proposition n° 21 : Favoriser l'installation de *data centers* en France en renforçant l'avantage fiscal existant et en le conditionnant à des critères de performance environnementale.

2. Renforcer la complémentarité entre *data centers* et énergies renouvelables

La complémentarité entre le développement des *data centers* et le déploiement des énergies renouvelables pourrait être renforcé dans le cadre de stratégies territoriales.

Les énergies renouvelables peuvent tout d'abord contribuer à réduire l'empreinte carbone des centres informatiques en leur fournissant directement une électricité non carbonée. Pour réduire l'impact énergétique des centres informatiques dans les territoires, un rapport de l'Ademe de 2019 préconise ainsi de « *développer les énergies renouvelables, les productions*

¹ Loi n° 2018-1317 du 28 décembre 2018 de finances pour 2019.

² Article 266 quinquies C du code des douanes.

locales et les microréseaux interconnectés sur les sites de data centers, en lien avec le réseau traditionnel et les sites voisins »¹.

Les centres informatiques pourraient en retour constituer un « levier majeur de flexibilité locale » permettant de **stocker l'électricité des installations d'énergies renouvelables intermittentes**. D'après la contribution adressée par le Gimélec (groupement des entreprises de la filière électronique française) à la mission d'information, « *un data center peut permettre d'augmenter la capacité d'accueil en énergies renouvelables localement et en optimiser leur consommation, parce qu'il est équipé de batteries et que la "charge IT" peut dans une certaine mesure se piloter ou se transférer sur un autre site* ». Selon le Gimélec, de telles solutions sont déjà développées dans plusieurs pays européens (au Royaume-Uni, en Norvège, en Suède ou encore en Irlande) et pourraient servir d'exemples à des initiatives locales en France.

Proposition n° 22 : Faire des data centers des leviers de flexibilité énergétique permettant de stocker l'électricité des installations d'énergies renouvelables intermittentes.

B. EN AMÉLIORANT PLUS ENCORE LA SOBRIÉTÉ DES RÉSEAUX, RESPONSABLES DE 5 % DE L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE EN FRANCE

1. Atteindre les objectifs du plan France très haut débit pour améliorer la connectivité fibre, réseau le moins énergivore

En 2019, les **réseaux** ont consommé 11,1 TWh d'énergie primaire, phase amont et phase utilisation confondues, et émis environ 0,7 MtCO₂eq. Ils ne **représentent donc que 5 % de l'empreinte carbone du numérique en France**.

La part particulièrement faible des réseaux dans l'empreinte carbone du numérique en France (5 % contre 22 % à l'échelle mondiale selon le GreenIT.fr²) s'explique une nouvelle fois par le caractère peu carboné de l'électricité française. Cette variable joue un rôle encore plus important que pour les centres informatiques. En effet, à l'inverse des émissions des *data centers*, les **émissions des réseaux sont presque intégralement domestiques** : seulement 1,75 % des émissions des réseaux associés aux usages français proviennent de l'étranger, même si l'étude commandée par la mission d'information reconnaît que ce chiffre est probablement sous-évalué³.

¹ Cécile Diguët et Fanny Lopez, L'impact spatial et énergétique des *data centers* sur les territoires, Rapport Ademe, 2019.

² GreenIT.fr, Empreinte environnementale du numérique mondial, 2019.

³ « Cette part, très faible, est sûrement sous-évaluée : elle comporte seulement la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre liées à la part française de

Malgré la hausse rapide du volume de données échangées¹, la consommation d'électricité des réseaux en France est demeurée quasiment constante sur la période 2015 à 2019. Cette stabilité s'explique principalement par les **gains d'efficacité des réseaux, fixes et mobiles**. Pour ces derniers, les nouvelles générations, qui supplantent progressivement les anciennes, présentent une efficacité électrique nettement améliorée. L'étude commandée par la mission d'information évalue ainsi l'efficacité électrique de la 2G à 4,60 TWh/EB, contre 2,14 TWh/EB pour la 3G et 0,09 TWh/EB pour la 4G.

D'après le scénario central de l'étude, la consommation d'énergie primaire des réseaux en France pourrait passer de 11,1 TWh en 2019 à 13,3 TWh en 2025 et 19,4 TWh en 2040 (soit + 75 %). **Les émissions de gaz à effet de serre des réseaux augmenteraient plus lentement**, de 696 milliers de tCO₂eq en 2019, à 746 milliers de tCO₂eq en 2025 et 932 milliers de tCO₂eq en 2040 (+ 34 %). Selon ce scénario, s'appuyant sur une trajectoire médiane d'évolution de l'intensité carbone de l'électricité en France, **les gains d'efficacité énergétique ne permettraient pas de compenser l'augmentation importante du volume de données échangées**. La mission d'information note cependant que le scénario bas prévoit quant à lui une baisse de moitié de l'empreinte carbone des réseaux d'ici 2040. Considérant que cette évolution est peu plausible car s'appuyant sur une conjonction d'hypothèses optimistes, la hausse de l'empreinte carbone des réseaux semble aujourd'hui plus probable.

En ce qu'il doit permettre d'ici 2025 d'assurer la couverture intégrale de notre pays par la technologie réseau la moins énergivore - la fibre - **le plan France très haut débit constitue un premier outil à disposition des pouvoirs publics pour limiter la hausse probable de l'impact environnemental des réseaux dans les années à venir**.

La mission d'information n'ignore pas les risques d'effets rebonds associés à la migration vers une technologie plus sobre. En effet, le déploiement de la fibre permettant l'accès à une connexion très haut débit provoque inévitablement une augmentation des usages et des données transitant sur le réseau.

La mission considère néanmoins qu'assurer une meilleure couverture du territoire en fibre, c'est limiter les risques de report sous-optimal des usages vers des technologies mobiles beaucoup plus énergivores, comme la 3G et ou la 4G, comme on a pu l'observer pendant la période de confinement dans les territoires mal desservis par la fibre.

l'utilisation des câbles sous-marins, et omet ainsi l'équipement et la consommation des câbles souterrains, ainsi que l'équipement et la consommation nécessaires à l'acheminement des données depuis les centres informatiques jusqu'aux câbles sous-marins ».

¹ Le rythme de croissance est élevé puisque le trafic double tous les trois ans environ en France. Les réseaux fixes portent la majorité du trafic de données (près de 90 % du trafic), mais la croissance des données mobiles a été la plus rapide ces dernières années avec l'essor de la 4G.

Proposition n° 23 : Atteindre les objectifs du plan France très haut débit pour améliorer la connectivité fibre, réseau le moins énergivore.

2. Engager une réflexion pour réduire la consommation électrique des *box*

Les opérateurs doivent également engager des efforts pour **réduire la consommation énergétique des *box* installées chez leurs abonnés**. Un travail doit être mené par les opérateurs pour développer **des technologies de mise en veille automatique des *box***, qui pourraient facilement être généralisées à une échéance fixée par l'Arcep. La généralisation de ces technologies serait facilitée par le fait que les opérateurs sont propriétaires des *box* de leurs abonnés.

Les opérateurs et le régulateur doivent également engager des travaux tendant à **mutualiser ces équipements dans les habitats collectifs**.

Proposition n° 24 : Engager une généralisation des technologies de mise en veille des *box* Internet et une mutualisation de ces équipements dans les habitats collectifs.

3. Évaluer l'empreinte environnementale de la 5G

Alors que les enchères permettant de lancer le déploiement de la 5G devraient avoir lieu en septembre prochain¹, la mission d'information regrette qu'aucune évaluation de l'impact environnemental de cette nouvelle technologie mobile n'ait encore été mise à disposition du public et des parlementaires.

Devant la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable, le président de l'Ademe, Arnaud Leroy, a également « réclaté (...) une étude d'impact environnemental sérieuse sur le déploiement de la 5G », affirmant par ailleurs n'avoir pas eu pour l'heure « la démonstration (...) de son impact positif sur la société »².

Faute de pouvoir s'appuyer sur une véritable étude d'impact, la mission d'information a invité l'ensemble des parties à présenter leurs arguments lors des auditions et consultations menées depuis janvier.

Côté pile, les opérateurs mettent en avant les **gains d'efficacité énergétiques permis par la 5G**. Selon Orange, « pour acheminer 1 Go de donnée, la 5G utilisera 2 fois moins d'énergie que la 4G à son lancement, 10 fois moins d'énergie à horizon 2025, 20 fois moins d'énergie à horizon 2030 ». Ce sont

¹ Les enchères 5G devaient à l'origine se dérouler en avril 2020. Du fait de la crise sanitaire, elles ont été reportées de quelques mois.

² Audition de M. Arnaud Leroy, président du conseil d'administration de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, 5 février 2020. [Vidéo consultable ici](#).

notamment les antennes intelligentes « MIMO » qui amélioreront l'efficacité énergétique de la 5G : ces antennes permettront de focaliser le signal radio vers les utilisateurs sollicitant le réseau, plutôt qu'il ne soit émis dans toutes les directions de manière constante, comme cela est le cas pour les générations mobiles précédentes.

Côté face, la 5G permettra de multiplier le débit par 10 par rapport à la 4G. Il semble dès lors **probable que l'accroissement des usages annule, voire surpasse, les gains d'efficacité énergétique. L'existence d'un tel effet rebond est reconnue par Bouygues Telecom**, dont le PDG a même admis devant la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable, qu'« *après la première année de déploiement, la consommation énergétique de tous les opérateurs affichera une augmentation importante* »¹. Ces propos font écho à ceux du *Shift Project*, pour qui « *la consommation d'énergie des opérateurs mobiles serait multipliée par 2,5 à 3 dans les 5 ans à venir* » avec le déploiement de la 5G². Cette estimation, s'appuyant sur une étude mondiale de 2019³, ne procède cependant pas d'une véritable évaluation à l'échelle nationale.

L'impact de la 5G sur la consommation énergétique des réseaux devra donc être plus précisément évalué. Il ne faudrait cependant pas se focaliser sur cet unique aspect du sujet. La mission d'information rappelle tout d'abord que la faible carbonation de l'électricité française atténuera de fait l'empreinte carbone des réseaux, même en cas de forte hausse de la consommation énergétique des opérateurs. Elle note surtout **qu'une part importante des émissions induites par la 5G pourrait en réalité être produite en dehors des réseaux !**

En effet, à court terme, l'accès à la 5G impliquera pour les consommateurs un **renouvellement de leur smartphone**. Il n'est pas certain que la durée de vie de ces téléphones – déjà très faible (23 mois) – en soit pour autant réduite. **Il est certain, en revanche, que la 5G limitera – au moins lors des premières années de son déploiement – l'effet des politiques tendant à limiter l'obsolescence programmée ou désirée des smartphones.**

¹ « La 5G permet, lorsque l'on transporte des données, de le faire avec moins d'énergie. En revanche, elle augmente considérablement les débits et permet donc un usage beaucoup plus important, donc de transporter davantage de données, ce qui est beaucoup plus consommateur. Il est donc erroné d'affirmer que la 5G permettra des efforts en matière d'énergie. Après la première année de déploiement, la consommation énergétique de tous les opérateurs affichera une augmentation importante » (Olivier Roussat, président-directeur général de Bouygues Télécom, audition du 10 juin 2020). [Vidéo consultable ici](#).

² *Le Monde*, Hugues Ferreboeuf et Jean-Marc Jancovici, « La 5G est-elle vraiment utile ? », 9 janvier 2020.

³ *MWC19: Vertiv and 451 Research Survey Reveals More Than 90 Percent of Operators Fear Increasing Energy Costs for 5G and Edge*, 27 février 2019 : « (...) the move to 5G is likely to increase total network energy consumption by 150 to 170 per cent by 2026. The largest cost increases will be in macro, node and network data centres ».

Par ailleurs, la hausse de l’empreinte carbone du numérique à l’horizon 2040 sera largement tirée par **l’accroissement de l’Internet des objets et par la tendance à l’installation de centres informatiques de petite taille (*edge computing*)**. Or, il est évident que ces tendances seront – au moins pour partie – sous-tendues par le déploiement de la 5G.

La mission d’information ne peut que déplorer que ces différents éléments soient encore moins documentés et évalués que l’impact de la 5G sur la consommation des réseaux.

Il est donc indispensable que la 5G fasse enfin l’objet d’une étude d’impact complète, intégrant les effets de la technologie sur les consommations énergétiques des opérateurs, les effets induits sur la fabrication et sur le renouvellement des terminaux, ainsi que les impacts sur les consommations des *data centers*. Par un courrier daté du 10 avril 2020, le président du Sénat a demandé au Haut Conseil pour le climat de procéder à cette évaluation, sur le fondement de l’article L. 132-5 du code de l’environnement¹.

En tout état de cause, le déploiement de la 5G impose d’engager une réflexion sur **l’extinction des anciennes générations mobiles** toujours consommatrices d’électricité, comme le rappelle une récente note de l’Arcep². Ce sujet devra constituer un des axes du travail engagé par l’autorité concernant l’empreinte environnementale du numérique.

Proposition n° 25 : Évaluer l’impact environnemental de la 5G et engager une réflexion sur l’extinction des anciennes générations mobiles toujours consommatrices d’électricité.

¹ L’article L. 132-5 du code de l’environnement permet au Gouvernement, au Président de l’Assemblée nationale, au Président du Sénat ou au président du Conseil économique, social et environnemental de saisir le Haut Conseil pour le climat pour avis « au regard de sa compétence, sur un projet de loi, une proposition de loi ou une question relative à son domaine d’expertise ». Cette saisine s’inscrit dans l’objectif d’évaluation des politiques publiques au regard des enjeux liés au réchauffement climatique et au respect des objectifs de l’accord de Paris.

² Arcep, Réseaux du futur, L’empreinte carbone du numérique, 2019.

En résumé

Enfin, la feuille route de la mission d'information appelle à **améliorer la performance énergétique et la sobriété des *data centers* (centres informatiques) et des réseaux.**

Si les **centres informatiques** ne sont aujourd'hui responsables que de **14 % de l'empreinte carbone du numérique en France**, leurs émissions pourraient **croître de 86 % d'ici 2040**, en raison de l'accroissement continu des usages, du dynamisme du *edge computing* stimulé par le développement de l'IoT, et du ralentissement des gains d'efficacité énergétique.

Pour atténuer la hausse prévisible des émissions des *data centers*, la mission d'information recommande de **favoriser l'installation de *data centers* en France** – qui dispose d'un mix énergétique peu carboné – en renforçant l'avantage fiscal existant et en le conditionnant à des critères de performance environnementale et de faire des *data centers* des **leviers de flexibilité énergétique** permettant de stocker l'électricité des installations d'énergies renouvelables intermittentes.

Pour **améliorer plus encore la sobriété des réseaux**, la mission rappelle enfin la nécessaire d'atteindre les **objectifs du plan France très haut débit** pour améliorer la connectivité fibre, réseau le moins énergivore. Elle propose par ailleurs d'engager une généralisation des technologies de **mise en veille des *box* Internet** et une **mutualisation** de ces équipements dans les habitats collectifs, et d'engager une réflexion sur l'extinction des anciennes générations mobiles toujours consommatrices d'électricité.

Enfin, alors que les enchères permettant de lancer le déploiement de la 5G devraient avoir lieu en septembre, la mission d'information **regrette qu'aucune évaluation de l'impact environnemental** de cette nouvelle technologie mobile n'ait encore été mise à disposition du public et des parlementaires. À l'instar du président de l'Ademe, qui avait déclaré, lors de son audition devant la commission le 5 février 2020, réclamer « *une étude d'impact environnemental sérieuse sur le déploiement de la 5G* »¹, **la mission demande donc que la 5G fasse enfin l'objet d'une étude d'impact complète, intégrant les effets de la technologie sur les consommations énergétiques des opérateurs, mais aussi les effets induits sur la fabrication et sur le renouvellement des terminaux, ainsi que les impacts sur les consommations des *data centers*.**

¹ <http://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20200203/devdur.html>

TRAVAUX EN COMMISSION

I. TABLE RONDE RELATIVE À L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE - MERCREDI 29 JANVIER 2020

M. Hervé Maurey, président. – Nous lançons aujourd’hui avec cette table ronde les travaux de la mission d’information relative à l’empreinte carbone du numérique que nous venons de créer. Notre commission a en effet souhaité se donner le temps d’analyser et d’approfondir ce sujet important, qui n’a pas encore fait l’objet de travaux parlementaires et qui donne lieu à une prise de conscience progressive.

Le développement du numérique a en effet un impact environnemental. Il est responsable d’émissions de gaz à effet de serre. Il est important de mesurer l’ampleur de cet impact, de savoir s’il est contrebalancé par les effets positifs du numérique. Et si oui, dans quelles proportions ? Cette empreinte est-elle en outre prise en compte dans les scénarios d’évolution du secteur ?

Toutes ces questions rendent indispensables un état des lieux de cet impact en France et la formulation de pistes d’actions permettant de faire converger les transitions numérique et écologique. La mission d’information, sous la présidence de notre collègue Patrick Chaize, va mener des auditions et effectuer des déplacements en France. Je rappelle que nous avons aussi décidé de commander une étude permettant de disposer de données actualisées au niveau national sur l’empreinte carbone du numérique.

Nous avons le plaisir de recevoir aujourd’hui deux experts des questions du numérique, MM. Hugues Ferreboeuf et Frédéric Bordage, que je remercie d’avoir accepté notre invitation.

Monsieur Ferreboeuf, vous êtes ingénieur des mines et diplômé de Télécom Paris Tech. Vous avez notamment travaillé pour le groupe France Télécom Orange, et vous avez mené de nombreuses activités de consultant et d’entrepreneur avant de vous spécialiser dans le management des transitions, notamment écologique et numérique. Vous dirigez à ce titre les travaux du think tank *The Shift Project* sur l’impact environnemental du numérique. Depuis 2017, vous travaillez en effet à proposer des cadres méthodologiques opérationnels pour mettre en place la sobriété numérique. Vous avez d’ores et déjà publié trois rapports dans ce cadre : *Lean ICT – pour une sobriété numérique* en 2018, *Climat : l’insoutenable impact de la vidéo en ligne* en 2019, ainsi qu’un rapport intermédiaire visant à proposer des pistes d’action. Vous nous exposerez le bilan que vous tirez de ces premiers travaux.

Monsieur Bordage, vous êtes également un spécialiste du numérique « responsable » et vous avez fondé, en 2004, Green.IT.fr, qui se définit

comme une communauté des acteurs du numérique responsable et qui s'intéresse aux questions de sobriété numérique, d'écoconception des services numériques et de *low-tech*. Vous avez d'ailleurs publié en septembre 2019 un essai intitulé *Sobriété numérique : les clés pour agir*.

Alors que pendant longtemps, le numérique n'a été vu que comme un moyen d'accélérer la transition écologique, un outil pour réduire nos consommations d'énergie, la multiplication des usages, l'accumulation des terminaux ou encore le développement de l'internet des objets conduisent aujourd'hui à nous interroger sur la soutenabilité du développement du numérique au regard des enjeux liés au réchauffement climatique.

Les premiers chiffres mondiaux dont nous disposons indiquent que le numérique a été responsable de 3,8 % des émissions totales de gaz à effet de serre en 2018 et de 4,2 % de la consommation d'énergie primaire ; 44 % de cette empreinte carbone serait due à la fabrication des terminaux et 56 % à leur utilisation. Cette part devrait par ailleurs doubler pour atteindre 8 % en 2025. Qu'en est-il en France ?

Nous sommes conscients qu'il convient d'éviter un écueil important : notre approche ne doit être ni « techno-béate » ni « technophobe ». C'est l'un des enjeux de notre table ronde.

Je vous laisse la parole pour nous exposer en quelques minutes le constat que vous avez été amené à dresser sur ce sujet, ainsi que les pistes d'action que vous préconisez pour nos politiques publiques.

M. Hugues Ferreboeuf, directeur du groupe de travail « Lean ICT » au *Shift Project*. – La première phase de nos travaux visait à dresser un constat. La deuxième phase, qui devrait se terminer à l'été, a pour objet d'explorer des solutions. La consommation d'énergie due au numérique est en augmentation de 9 % par an. Si nous continuons à ce rythme, elle sera trois fois plus importante en 2025 qu'elle ne l'était en 2005. C'est l'inverse de ce qu'il faut faire pour tenir nos objectifs climatiques.

Une grande partie de la consommation d'énergie est due à la production des équipements : c'est une des faces cachées du numérique. Le numérique émet aujourd'hui 50 % de gaz à effet de serre de plus que le trafic aérien. Si rien n'est fait pour inverser la tendance, ses émissions seront en 2025 au même niveau que celles de l'automobile aujourd'hui.

La production des équipements numériques est responsable de 40 % de l'empreinte carbone du numérique. Si l'on additionne les émissions liées à la production et à l'utilisation, les terminaux sont responsables de 60 % de l'empreinte carbone totale. Plus un terminal est petit, et plus l'empreinte due à sa production est importante.

En 2010, on produisait environ 1 milliard d'équipements numériques par an ; on en produit aujourd'hui 4 milliards, et si cette tendance se poursuit, nous en produirons 10 milliards en 2030. On estime qu'il y aura au

moins 45 à 50 milliards d'équipements numériques en 2030. Chaque Américain possède en moyenne 13 équipements numériques ; dans dix ans, ce chiffre sera de 35.

L'ensemble des données stockées dans les *data centers* augmente de 36 % par an, 40 % de cette progression étant liée aux *big datas*. Sur les réseaux sociaux, 80 % de l'augmentation du trafic est due aux applications vidéo, principalement de loisir.

Depuis quelques années, la croissance des volumes est largement supérieure aux gains d'efficacité énergétique réalisés dans ce secteur. Dans les prochaines années, nous allons faire face à une accélération de la consommation d'énergie due au numérique. Notre constat est que la seule manière de renouer avec une trajectoire soutenable est de revenir à plus de sobriété, afin de retrouver, par exemple, une croissance de trafic de l'ordre de 15 % par an, au lieu de 25 % par an.

M. Frédéric Bordage, fondateur et animateur de *Green IT.fr*. – Mes propos sont tirés d'une étude que nous avons publiée en octobre 2019 sur l'empreinte environnementale du numérique mondial et d'un livre blanc que nous avons remis au Gouvernement en mars 2018.

On compte environ 34 milliards d'équipements numériques dans le monde, et en France, environ 34 équipements par ménage. L'empreinte environnementale du numérique mondial représente environ trois fois celle d'un pays comme la France. On estime que les impacts auront doublé, voire triplé entre 2010 et 2025.

Les terminaux sont la principale source d'impact. En effet, 32 des 34 milliards d'équipements du parc numérique mondial sont des terminaux d'utilisateurs. Les ordinateurs étaient la première source d'impact avant 2015, mais la tendance s'est inversée. On a désormais plus de *smartphones* que d'utilisateurs. Les utilisateurs sont responsables de deux tiers à trois quarts des impacts.

Le plus problématique est l'extraction des minerais et leur transformation en composants électroniques. Si la consommation des principaux minerais qui nous permettent de fabriquer les objets du monde moderne – les éoliennes, les panneaux photovoltaïques, les véhicules électriques et les équipements numériques – se poursuit au même rythme, dans trente ans, nous aurons épuisé les ressources. Il nous faut prendre conscience que le numérique est une ressource non renouvelable. Nous sommes tous des drogués du numérique, et même si nous décidions de nous sevrer, nous n'arriverions pas à le faire en trente ans. Que se passera-t-il quand nous n'aurons plus assez de ressources numériques pour gérer la cité ? Nous sommes en train de gâcher les ressources pour des usages de loisir. Nous devons ouvrir un vrai débat de société sur l'usage que nous choisissons de faire des dernières réserves numériques. La sobriété repose sur une prise de conscience du niveau critique de ces ressources.

La première de nos recommandations est la réduction du nombre d'objets connectés, dont la multiplication explique l'augmentation du nombre d'équipements. Comment les mutualiser ? Est-il bien raisonnable, dans un immeuble collectif, que chaque appartement dispose d'une box ADSL et d'un boîtier TV ? Un autre enjeu majeur est de réduire le nombre et la taille des écrans. Il nous faut aussi augmenter la durée de vie des équipements, par exemple en allongeant la durée de garantie légale. Enfin, nous devons encourager l'écoconception des services numériques. Les services quotidiens peuvent être conçus de manière à utiliser de 200 à 1 000 fois moins de ressources informatiques. La France a pris de l'avance en la matière.

L'intelligence artificielle de Google détecte mieux les cancers que les oncologues. En France, de brillants chercheurs de l'Institut Curie ont entraîné deux chiens qui détectent plus précocement des formes plus nombreuses de cancer que ne le fait l'intelligence artificielle de Google. Nous pensons que la sobriété numérique doit reposer sur l'assemblage intelligent de toutes les solutions qui sont à notre disposition. Il ne faut pas jeter le numérique mais l'utiliser à bon escient.

M. Patrick Chaize, président de la mission d'information. – Je vous remercie pour vos présentations. Pourriez-vous également nous présenter les aspects positifs du numérique ? J'ai bien entendu vos constats sur l'impact environnemental du numérique, mais je suis convaincu que le numérique apporte aussi des solutions. Selon vous, les gains environnementaux nets des politiques de numérisation doivent-ils désormais être systématiquement et préalablement évalués ? Dans l'étude du *Shift Project* sur l'impact de la vidéo, vous esquissez deux pistes de régulation : par les vecteurs ou par le contenu. Pourriez-vous nous en dire plus ? Faut-il, selon vous, envisager l'extension des pouvoirs du régulateur aux terminaux, comme le préconise l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (Arcep) ?

M. Jean-Michel Houllégatte, rapporteur. – Je remercie les deux intervenants. Il ne s'agit pas faire le procès du numérique dont nous avons tous fait la promotion. Comment mobiliser les milliards d'utilisateurs autour de la sobriété en valorisant les comportements vertueux ? Quels seraient les impacts du déploiement de la 5G sur le bilan carbone du numérique ?

M. Guillaume Chevrollier, rapporteur. – Les réseaux sociaux et les sites de *streaming* vidéo représentent la majeure partie des données consommées dans le monde et jouent à ce titre un rôle important dans la croissance de l'impact environnemental du numérique. Or le développement de ces usages s'est largement appuyé sur des procédés mis en place pour orienter les comportements vers la consommation tels que *l'autoplay*, les mécanismes de recommandation sur Youtube ou Netflix, ou les mécanismes de notification sur *Facebook*. Certains psychologues et neuroscientifiques

parlent même de stratégies de manipulation du consommateur fondées sur l'addiction. Selon vous, les pouvoirs publics doivent-ils limiter l'emprise addictive de ces contenus pour concilier numérique et environnement ? Le cas échéant, comment peut-on réguler ces contenus ?

Pouvez-vous nous indiquer la part des données traitées et stockées en dehors du territoire national ? Selon vous, la relocalisation des données en Europe ou en France présente-t-elle un intérêt environnemental ? Le cas échéant, quels pourraient être les leviers pour favoriser cette « relocalisation » ?

M. Frédéric Bordage. - Il est tout à fait souhaitable que les gains des politiques de numérisation soient systématiquement évalués. L'une des préconisations de notre livre blanc portait d'ailleurs sur la formation des étudiants des écoles d'ingénieurs aux méthodes d'évaluation des impacts positifs comme négatifs des politiques de numérisation.

M. Hervé Maurey, président. - Les préconisations de votre livre blanc ont-elles été suivies ?

M. Frédéric Bordage. - Certaines l'ont été, mais pas toutes. En l'occurrence, celle que je viens d'évoquer n'a pas été suivie. Le principal enjeu est d'avoir une information de qualité afin de hiérarchiser les solutions.

M. Hugues Ferreboeuf. - La difficulté est que le fonctionnement du numérique est aujourd'hui systémique, si bien qu'il est impossible de changer son comportement tout seul. Les entreprises font leur transition numérique et vont continuer. Il serait donc souhaitable que la prise en compte des impacts environnementaux du numérique soit intégrée dans leurs stratégies, ce qui suppose que l'ensemble des acteurs soient convaincus de la nécessité d'une telle approche et que les outils intègrent cette préoccupation.

Les collectivités territoriales se voient proposer des services visant à « *smartiser* » leurs territoires. Il faut créer les conditions pour que la question de l'impact environnemental de telles technologies soit posée en amont.

La mise en place d'un outil de *smart mobility* permet par exemple de fluidifier le trafic, et donc de diminuer la consommation d'essence des véhicules. Mais gare à « l'effet rebond » ! La circulation étant plus fluide, le trafic augmente, si bien que la circulation redevient difficile et que la consommation d'essence augmente. Pour éviter un tel effet rebond, il faut accompagner une telle initiative d'une mesure de limitation des voitures dans la ville.

M. Éric Gold. - Quel peut être le rôle des collectivités territoriales dans cette quête de sobriété ? Comment les collectivités peuvent-elles concilier une telle quête avec la poursuite du développement du numérique

sur leur territoire, souvent nécessaire à leur survie à l'heure où la plupart des services sont désormais numériques ?

M. Jean-Marc Boyer. - Pourriez-vous préciser ce que vous entendez par équipements numériques ? Quelle est la part des ressources utilisées dans les différentes sources d'énergie renouvelable ? Vous parlez de sobriété, mais la société ne prend pas du tout cette direction. *Quid* de la voiture électrique ? Est-il préférable de revenir à la deux-chevaux ?

M. Frédéric Marchand. - J'ai beaucoup apprécié le rapport du *Shift Project* sur l'usage de la vidéo en ligne. Pourriez-vous développer les pistes que vous évoquez dans ce rapport, notamment l'autorégulation et l'organisation d'un grand débat public ? Sur quelles données votre application « *Carbonalyser* » s'appuie-t-elle ?

M. Hervé Gillé. - L'angle de la santé me semble primordial pour aborder la question de la sobriété. C'est un sujet qu'il faut porter auprès de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Quelles sont les actions menées pour mettre en place une politique de prévention au niveau mondial ?

M. Guillaume Gontard. - Certains équipements deviennent obsolètes car ils ne sont plus compatibles avec les nouveaux logiciels. Lors de la discussion du projet de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, le Sénat avait adopté un amendement tendant à imposer une durée d'exploitation des logiciels d'au moins dix ans, mais il a été supprimé en commission mixte paritaire. Il me semble toutefois qu'il faudrait activer ce levier.

Plusieurs experts nous ont dit que la 4G était suffisante pour nos usages courants, et que la 5G serait surtout utile pour certaines applications de médecine à distance ou pour visionner des vidéos dans le TGV. Existe-t-il une évaluation des impacts de l'empreinte carbone de la 5G ?

M. Louis-Jean de Nicolaÿ. - Les fabricants d'équipements numériques ont-ils pris conscience du problème ? Quelle serait l'instance internationale compétente pour favoriser cette prise de conscience ? Ce sont les constructeurs automobiles qui ont permis la diminution de la consommation de voitures...

M. Frédéric Bordage. - Pour motiver les utilisateurs, il faut faire passer le message que l'allongement de la durée de vie des équipements est une bonne chose pour leur porte-monnaie et pour la planète.

De nombreuses questions portent sur les usages, mais je rappelle que la plus grande partie de l'empreinte est due à la fabrication des équipements. Il ne faut pas se focaliser sur les usages. Le centre de gravité du débat doit être la baisse du nombre d'équipements produits.

S'agissant des logiciels, il existe des méthodes simples pour allonger la durée de vie des terminaux, comme la dissociation systématique des mises à jour correctives et des mises à jour évolutives. De ce point de vue, le projet

de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire aurait pu aller beaucoup plus loin.

La relocalisation des *data centers* en France permettrait une réduction des gaz à effet de serre mais aurait un impact sur l'eau. De manière générale, il ne faut pas évaluer l'empreinte du numérique au travers d'un seul indicateur environnemental. Si une diminution des émissions de gaz à effet de serre entraîne l'augmentation des autres indicateurs, il s'agit d'un transfert de pollution et non d'un gain. La relocalisation des *data centers* en France est d'abord un enjeu de respect de la vie privée et de souveraineté des données.

Nous n'avons pas besoin de la 5G, sauf pour nos usages de loisir. Un service numérique écoconçu peut fonctionner avec la 3G, *a fortiori* avec la 4G. La *Deutsche Bahn* a démontré qu'il était possible de diviser par 1 350 la quantité de ressources informatiques nécessaires pour trouver l'horaire d'un train. Nous sommes donc parfaitement capables de dépasser le facteur 4.

M. Hugues Ferreboeuf. – La priorité est de provoquer une prise de conscience. Les sujets que nous avons abordés ce matin sont en général méconnus. Le public ne sait pas qu'un *smartphone* de 130 grammes a une empreinte carbone de 80 kilogrammes. Il faut d'abord agir sur nos croyances, car un certain nombre d'entre elles sont fausses. Il faut ensuite que nos valeurs nous poussent à aller dans la bonne direction. C'est pourquoi j'insiste sur la nécessité de communication, par exemple par le biais de campagnes d'information publiques.

Il ne faut pas être naïf : le *business model* de certains fabricants de terminaux repose sur l'accroissement des volumes. En revanche, une taxe carbone aux frontières sur ces équipements pourrait avoir du sens.

Nous avons signalé l'existence de techniques qui ont pour but de provoquer l'addiction. Il faudrait les interdire, de même qu'il faudrait interdire l'*autoplay*.

La consommation numérique ne repose pas exclusivement sur les services proposés par *Google, Apple, Facebook* et *Amazon* (les Gafa), mais aussi sur une grande quantité de services proposés par des acteurs qui au départ n'étaient pas des fournisseurs numériques. C'est pourquoi il est nécessaire de faire entrer l'impact environnemental dans la définition des stratégies numériques des entreprises.

Le numérique est un moyen de désenclaver un certain nombre de territoires. Il est urgent de résorber les zones blanches, voire les zones grises en y déployant la 4G. Faut-il pour autant déployer la 5G partout ? À échéance de quatre ou cinq ans, la 5G ne permettra pas d'inventer des applications dont nous ne disposons pas aujourd'hui avec la 4G. Elle permettra d'utiliser les mêmes applications de manière plus performante et d'accéder à des contenus plus riches, mais ce n'est pas forcément de cela dont nous avons besoin prioritairement. Les équipements 5G consomment

plus que les équipements 4G, et bien que l'efficacité énergétique des équipements 5G soit meilleure, leur déploiement aboutira à un doublement de la consommation d'énergie.

M. Claude Bérit-Débat. – Merci pour ces éléments d'information qui nous permettent de remettre en perspective certaines décisions des collectivités territoriales sur la 5G, le télétravail, etc. Vous avez répondu sur les usages, je voudrais évoquer la fabrication. Peut-on recycler les matériaux rares et les minéraux précieux contenus dans les téléphones, les ordinateurs ou les tablettes grâce à l'économie circulaire ? Cela pourra-t-il suffire à couvrir les besoins ? Même si on réduit les usages, on aura toujours besoin d'ordinateurs. Comment éviter aussi l'obsolescence due à la remise à jour des logiciels ? La meilleure façon de prolonger la durée de vie serait de prolonger les garanties, mais cela reste encore hypothétique.

M. Jordi Ginesta. – Les éoliennes et les centrales photovoltaïques supposent pour leur fabrication des minerais rares, en voie d'épuisement, et ont une empreinte carbone élevée. N'est-ce pas une erreur de vouloir démanteler les centrales nucléaires qui n'ont pas d'empreinte carbone ?

M. Jean-François Longeot. – La mission d'information, que je présidais et dont la rapporteure était Mme Marie-Christine Blandin, avait publié un rapport intitulé *100 millions de téléphones portables usagés : l'urgence d'une stratégie*. Il n'est peut-être pas indispensable que les systèmes d'exploitation soient remis à jour aussi régulièrement. Les opérateurs communiquent volontiers pour vendre toujours plus de téléphones, mais peu sur le recyclage ; or, je rappelle que 50 000 téléphones portables contiennent un kilogramme d'or. Ce n'est pas négligeable ! Comment convaincre les opérateurs de sa nécessité ? L'obsolescence programmée est un vrai problème. Nous avons proposé d'étendre la garantie à cinq ans au moins pour inciter les consommateurs à conserver leur téléphone et à rendre leurs appareils usagés pour faciliter leur recyclage.

Mme Angèle Prévile. – Nous sommes confrontés aux défis du développement rapide du numérique et des usages, en ayant en tête l'exigence de sobriété. Quels sont les appareils qui se recyclent mieux ? Quel est le taux de recyclage ?

Les vidéos sont très consommatrices en énergie. Faut-il réglementer ? Les films publicitaires se multiplient, car ils sont rémunérateurs pour les opérateurs et les consommateurs sont captifs. Quelles sont les parts des films publicitaires et des films de création ?

Avec le numérique, de nouveaux usages apparaissent et se développent. Les copies d'examen seront ainsi numérisées. Ces décisions sont prises sans évaluation. Quel sera leur impact ? Enfin, les jeux vidéo en *streaming* sur des plateformes se développent et sont très consommateurs d'énergie. Comment éviter cette inflation de consommation ?

M. Joël Bigot. – La fabrication des *smartphones* consomme beaucoup d'énergie. Cela renvoie au projet de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'*économie circulaire*, qui introduit les indices de réparabilité et de durabilité des produits. Il faut allonger la durée de vie des produits. Dès la conception, il faut faire en sorte qu'il puisse être utilisé très longtemps car la ressource n'est pas inépuisable. Notre société consomme de plus en plus de services numériques, comme la télémédecine par exemple. Ces derniers deviennent indispensables.

À l'approche des élections municipales, je ne peux pas ne pas vous interroger sur les *smart cities*, projets mis en avant par beaucoup de candidats ou d'élus. Cette notion renvoie à une idée de compétence, d'intelligence et est adossée à certains outils numériques. Qu'en pensez-vous ? Enfin, quel est le bilan carbone de la fibre optique ?

Mme Martine Filleul. – Je tiens à vous remercier pour votre travail. Vous mettez l'accent sur la responsabilité individuelle. Tout, en effet, ne peut être fait par l'État ou les grands groupes. Chacun est responsable et vous proposez des gestes simples qui permettraient de réduire nos émissions de carbone.

Mme Nelly Tocqueville. – Les gestes individuels, même s'ils sont indispensables, ne sont pas suffisants. L'éducation à la sobriété est cruciale. Lorsque l'on parle d'éducation, on pense immédiatement à l'école : on apprend déjà aux enfants à trier les déchets, à limiter le gaspillage alimentaire. Comment leur faire prendre conscience des dangers du numérique et des risques pour la société ? Avez-vous fait des propositions au ministre ?

M. Frédéric Bordage. – On collecte très peu nos déchets : en 2017, nous avons collecté seulement 45,1 % de nos déchets liés à nos équipements électriques et électroniques. La France fait pourtant partie des pays les plus en pointe au niveau international... On recycle peu, mais aussi très mal. Pour récupérer l'or d'un micro-processeur, il faut utiliser de l'acide chlorhydrique et du cyanure, recourir à des électrolyses et à des opérations dans des hauts-fourneaux ! Les procédés sont lourds et ne sont pas très bons pour l'environnement non plus. Le recyclage n'est donc pas une solution. En France, on est organisé pour traiter les déchets, en aval, pas pour prévenir leur constitution, en amont. Plus que le recyclage, il conviendrait de privilégier le réemploi, s'assurer que les équipements auront une seconde vie avant d'être recyclés.

Les opérateurs promettent des *smartphones* à un euro ou à un prix promotionnel en échange d'un engagement de 24 mois. Cela explique pourquoi la durée de vie moyenne d'un téléphone est de 24 mois. Si les offres étaient conditionnées à un réengagement pour trois ans, la durée de vie des appareils passerait à trois ans ! Nous proposons d'interdire ce genre de modèle économique délétère pour l'environnement, car le consommateur

a l'impression de payer son téléphone à son juste coût par son abonnement, ou alors d'imposer la prise en compte du coût total de possession ou l'affichage du prix de revient global du dispositif.

Nous sommes aussi favorables à la consigne obligatoire, car nous disposons d'un formidable gisement d'équipements qui peuvent être remis en état et reconditionnés pour être réemployés. Encore faut-il les collecter, créer des filières de collecte ! Pourquoi ne pas mettre en place une incitation financière, sous la forme d'un surcoût qui freinerait les achats compulsifs, tout en encourageant à rapporter un équipement lorsqu'il fonctionne encore pour récupérer la valeur de la consigne et permettre, en même temps, son réemploi ? Cela serait bon pour l'économie et l'environnement.

La dématérialisation n'est qu'un transfert d'un support papier vers un support numérique. C'est donc un transfert de pollution ! Faut-il aussi généraliser le numérique lorsque les études montrent que l'on apprend mieux à penser en apprenant à lire et écrire avec un stylo et du papier ? Il importe de prendre en compte aussi les enjeux sanitaires et éducatifs.

Sur les jeux vidéo, j'ai réalisé la seule étude au niveau mondial sur l'analyse du cycle de vie en analyse comparative multi-critères selon le standard international ISO 14044. Le développement du *streaming* de jeux sur plateformes aura un impact délétère à cause de « l'effet rebond », car ceux qui ne jouaient pas avant vont pouvoir jouer, et l'impact du jeu va s'accroître.

Les *smart cities* sont des illusions ! Comment allons-nous fabriquer les équipements numériques nécessaires, les éoliennes, les panneaux photovoltaïques, les écrans, les capteurs, etc., avec les stocks de minerais dont on dispose ? Le décalage est ahurissant entre les réserves en minerais et les promesses d'un monde hyper-intelligent, hyper-connecté, hyper-numérisé.

La fibre est une très bonne solution car les photons consomment très peu d'énergie et n'émettent pas de rayonnement électro-magnétique.

Enfin, j'ai proposé aussi dans notre livre blanc *Numérique et Environnement*, il y a deux ans, de développer l'éducation et la formation au numérique à l'école, de fournir des kits d'information aux enseignants, élaborés sur des bases indépendantes et impartiales. Malheureusement, le seul ministère avec lequel on n'arrive pas à discuter est le ministère de l'éducation nationale. On risque de transformer les *digital natives*, la génération des enfants actuellement à l'école, en analphabètes du numérique responsable ! Je regrette que le ministère ne réponde pas à ces propositions.

M. Hugues Ferreboeuf. – La dématérialisation est une illusion. Quand on passe du papier au numérique, on ne dématérialise pas, on matérialise différemment. Parfois c'est pertinent, parfois cela ne l'est pas. L'analyse n'est donc pas manichéenne. De même, la fibre optique n'est pas la

même chose que la couverture radio, l'une est plus vertueuse que l'autre, même si elle semble moins séduisante.

Il est donc fondamental de diffuser l'information en la matière pour mettre à plat les questions et désamorcer les croyances. Dès lors, on pourra utiliser le levier de la responsabilité individuelle. Si on ne peut pas, apparemment, compter sur l'Éducation nationale pour ralentir l'usage des écrans, on peut sans doute s'appuyer sur les parents : nous devons les informer sur les impacts environnementaux ou sanitaires des écrans. Dans certains pays, si on laisse les enfants trop longtemps devant un écran, on est passible d'une amende.

La responsabilité individuelle peut aussi avoir des effets dans les entreprises. Beaucoup d'entreprises sont en train de réfléchir aux façons de mieux piloter, sur le plan environnemental, leurs systèmes de formation parce que les candidats qu'elles souhaitent embaucher sont devenus beaucoup plus exigeants sur la capacité de l'entreprise à être vertueuse sur le plan environnemental. Or, les compétences en matière numérique sont rares et les entreprises doivent donc s'adapter.

Toutes les applications numériques ne se valent pas. Évidemment, les applications de télémédecine sont utiles. L'intérêt des *smart cities* dépend du bilan carbone prévisionnel, de la couche technologique envisagée et des politiques que l'on veut mettre en place. Mais cette analyse n'est que rarement réalisée.

Le développement des plateformes de jeux vidéo aura un « effet rebond » qui va amplifier la croissance des flux vidéos. Et avec la 5G il sera possible de jouer en ligne sur son mobile en réalité virtuelle, ce qui multipliera par dix les flux de données !

Enfin, le développement des énergies renouvelables ne peut se réaliser sans la consommation d'un certain nombre de ressources non renouvelables. Aucune énergie renouvelable n'est totalement décarbonée. L'énergie nucléaire fait partie des énergies les moins carbonées. Si notre objectif principal est de limiter le réchauffement climatique, alors la priorité ne devrait pas être de démanteler les centrales nucléaires.

M. Hervé Maurey, président. – Je vous remercie. Cette table ronde confirme à quel point la création de notre mission d'information est pertinente.

II. EXAMEN EN COMMISSION - MERCREDI 24 JUIN 2020

Réunie le mercredi 24 juin 2020, la commission a examiné le rapport d'information.

LISTE DES PERSONNES ENTENDUES

I. DEVANT LA COMMISSION

Mercredi 29 janvier 2020

- *Table ronde de think-tanks* : **MM. Frédéric BORDAGE**, fondateur et animateur de *Green IT*, et **Hugues FERREBOEUF**, chef du projet « Lean ICT » au *Shift Project*.

II. DEVANT LA MISSION

Mercredi 5 février 2020

- **Mme Françoise BERTHOUD**, ingénieure au CNRS et fondatrice d'EcoInfo.

- *Fondation Internet nouvelle génération (FING)* : **M. Jacques-François MARCHANDISE**, délégué général.

Mercredi 19 février 2020

- *Table ronde « Sciences comportementales et numérique »* : **Mme Maud LEMERCIER-DUGARIN**, psychologue spécialisée dans les usages du numérique et leur impact sur le développement des individus, attachée temporaire d'enseignement et de recherche (Université Paris Nanterre), et **M. Michael STORA**, psychologue spécialiste de la cyberdépendance, co-fondateur de l'Observatoire des mondes numériques en sciences humaines (OMNSH).

- **M. Philippe BIHOUIX**, ingénieur, membre du conseil d'administration de l'Institut Momentum

Mercredi 26 février 2020

- *Conseil national du numérique* : **Mme Annie BLANDIN-OBERNESSER**, membre, **MM. Hervé PILLAUD**, membre, et **Charles-Pierre ASTOLFI**, secrétaire général.

- *Alliance Green IT* : **Mme Caroline VATEAU**, secrétaire générale, responsable du service « Numérique responsable » (APL Datacenter), **MM. Romuald RIBAUT**, trésorier - responsable marketing (Ecologic), et **Thomas MESPLEDE**, chargé de mission.

- *Ubisoft EMEA* : **Mmes Oriane CAPPELLA**, vice-présidente responsabilité sociétale, et **Ophélie GERULLIS**, corporate affairs counsel.

- *Ecosystem* : **M. Guillaume DUPARAY**, directeur de la collecte et des relations institutionnelles.

- *Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP)* : **MM. Serge ABITEBOUL**, membre du collège, **Emmanuel GABLA**, membre du collège, **Stéphane LHERMITTE**, directeur économie, marchés et numérique, et **Mme Anaïs AUBERT**, chargée de mission au sein de l'unité Analyse économique et intelligence numérique.

Mercredi 4 mars 2020

- *Table ronde - Fédération française des télécoms et Iliad/free* : **MM. Michel COMBOT**, directeur général, et **Olivier RIFFARD**, directeur des affaires publiques (Fédération française des télécoms); **Mme Ombeline BARTIN**, directrice des relations institutionnelles (Iliad-free); **M. Anthony COLOMBANI**, directeur des affaires publiques (Bouygues Telecom); **Mme Claire PERSET**, directrice des relations institutionnelles et de l'engagement (Altice SFR); **M. Laurentino LAVEZZI**, directeur des affaires publiques (Orange); **M. Thibaud FURETTE**, directeur de la stratégie (Euro-Information Telecom).

LISTE DES CONTRIBUTIONS ÉCRITES

- M. Jean-Pol TASSIN - Institut de biologie Paris-Seine
- Direction interministérielle du numérique (DINUM)
- École nationale supérieure d'ingénieurs de Caen
- Fédération des industries électriques, électroniques et de communication (FIEEC)
- Gimelec
- Halte à l'Obsolescence Programmée (HOP)
- Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri)
- Ministère de l'économie et des finances - Direction générale des entreprises
- Oracle
- Université de technologie de Belfort-Montbéliard