

Réponse à la consultation publique ARCEP sur le « Référentiel général de l'écoconception des services numériques »



Pierre Beyssac

Eriomem.net

Fondateur et ingénieur en informatique et électronique

Version 2.1a 9-17 novembre 2023

Table des matières

1 Introduction.....	3
2 Remarques liminaires.....	3
2.1 Sur le modèle attributif.....	4
2.2 Sur la croissance des volumes de données et ses conséquences.....	5
2.2.1 Note Arcep de 2019.....	5
2.2.2 Étude Renater/ecoinfo de 2020.....	6
2.2.3 Étude ETNO 2022.....	8
2.2.4 Étude IEA.....	9
2.2.5 Étude MDPI 2018.....	10
3 Questions de la consultation publique.....	11
3.1 Propositions de métriques objectivables.....	13
3.1.1 Volumes de données stockées.....	14
3.1.2 Volumes de données transmises.....	14
3.1.3 Codecs.....	15
3.1.4 Volume d'usage CPU.....	15
3.1.5 Consommation électrique.....	15
3.1.6 Matériel.....	15
3.2 Déclinaison des métriques sur certains des points présentés.....	15
3.3 Conversion en métriques d'impact environnemental.....	16
3.4 Remarques diverses.....	16
3.4.1 Fiche 1.15 « Le service numérique a-t-il recours à un niveau de chiffrement adapté à ses besoins ? ».....	17
3.4.2 Fiches 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 3.1.....	17
3.4.3 Fiche 3.7 « Le service numérique propose-t-il les mises à jour incrémentielles, afin de ne pas remplacer tout le code à chaque mise à jour ? ».....	17
3.4.4 Fiche 3.8 « Le service numérique désactive-t-il les environnements de développement sur les plages horaires où il est inutilisé ? ».....	17
3.4.5 Fiche 4.3 « Le service numérique affiche-t-il uniquement des contenus sans défilement infini ? ».....	18
3.4.6 Fiche 4.15 « Le service numérique vérifie-t-il des limites de poids et de formats sur les fichiers pouvant être transmis par l'utilisateur ? ».....	18
3.4.7 Fiches 4.17, 4.18.....	18
3.4.8 Fiche 6.4 « Le service numérique utilise-t-il un stockage côté client de certaines ressources afin d'éviter des échanges réseaux inutiles ? ».....	18
3.4.9 Fiche 8.7 « Le service numérique utilise-t-il un hébergement dont l'origine de consommation d'électricité est documentée et majoritairement d'origine renouvelable ? ».....	19
3.4.10 Fiche 8.10 « Le service numérique duplique-t-il les données uniquement lorsque cela est nécessaire ? ».....	19
3.4.11 Fiche 9.1 « Le service numérique nécessite-t-il l'inclusion d'une phase d'entraînement ? ».....	19
4 Conclusion.....	19

1 Introduction

En réponse à la consultation lancée par l'ARCEP, nous souhaitons exprimer notre point de vue sur cette question cruciale pour l'environnement, et nous remercions l'ARCEP de l'avoir ouverte à de simples citoyens. Nous soutenons pleinement l'objectif de sensibiliser les concepteurs de services numériques à l'impact environnemental de ces systèmes, et de leur offrir des moyens d'évaluer leurs progrès dans la réduction de cet impact. Nous espérons que notre réponse apportera une contribution constructive à cette consultation.

2 Remarques liminaires

Dans son avant-propos, votre document de consultation décrit le public visé par le document :

Le référentiel général de l'écoconception des services numériques est un document technique destiné aux experts et métiers du développement, de la conception et du design de services numériques.

Ce point est développé dans la section « *public cible* » :

Tous les métiers liés de près ou de loin à la conception d'un service numérique tels que : chef(fe) de projet, assistant(e) à maîtrise d'ouvrage (AMOA), assistant(e) à maîtrise d'œuvre, product owner, UX researcher, designer, graphiste, développeur(se), devops, testeur(se), rédacteur ou rédactrice web, contributeur ou contributrice à un outil de gestion de contenu...

Il pourrait être pertinent d'ajouter à ce panorama les métiers post-conception : ingénierie système et réseau, maintenance, exploitation, infrastructure physique, et les opérations et exploitants d'infrastructures, ainsi que les utilisateurs eux-mêmes. En effet, tous ces acteurs ont d'importants retours d'expérience à apporter en matière de dimensionnement, d'optimisation matérielle et logicielle des services, de durée de vie des équipements, etc. Ils regrettent souvent de ne pas être consultés en amont pendant la conception, ni dans les auditions parlementaires d'ailleurs, alors qu'ils sont en première ligne pour constater et rapporter des inefficiences potentielles (voire en essuyer les plâtres) en conditions opérationnelles.

Puis dans les objectifs, est rappelé :

A l'horizon 2030, si rien n'est fait pour réduire l'empreinte environnementale du numérique et que les usages continuent de progresser au rythme actuel, **le trafic de données serait multiplié par 6** et le nombre d'équipements serait supérieur de près de 65 % en 2030 par rapport à 2020, notamment du fait de l'essor des objets connectés.

Ce passage laisse entendre que le volume de données, cité en premier par le texte (mis en gras par nos soins), aurait l'importance la plus significative dans l'impact environnemental du numérique. Or tous les éléments connus en la matière démontrent qu'il s'agit d'une idée qui, bien que très

populaire dans les cercles environnementaux et décroissants, n'est pas pour autant étayée par des résultats sérieux et sourcés ; et cette idée est présente explicitement ou non dans un grand nombre des fiches d'évaluation du document de consultation.

Cette confusion est également présente en filigrane dans l'ensemble de l'objectif 2 :

2/ Promouvoir une démarche de sobriété environnementale face aux stratégies de captation de l'attention de l'utilisateur pour des usages en ligne avec les objectifs environnementaux internationaux

Si limiter les effets néfastes des mécanismes de captation de l'attention peut être souhaitable à de nombreux titres, en revanche l'impact environnemental de ces mécanismes n'est aucunement prouvé ; en tout état de cause, le document ne fournit aucune source pour étayer leur inclusion au titre de l'écoconception.

Page 2, l'écoconception était ainsi définie au début de la section « objectifs » :

L'écoconception des équipements et services numériques fait partie des leviers identifiés pour inverser la tendance en réduisant l'empreinte environnementale du numérique. Ce terme désigne « l'intégration des caractéristiques environnementales dans la conception du produit en vue d'améliorer la performance environnementale du produit tout au long de son cycle de vie »

Cette définition ne semble pas inclure les mécanismes de captation de l'attention.

On retrouve à nouveau la confusion sur l'impact du volume de données dans l'objectif 3 :

3/ Diminuer les ressources informatiques mobilisées, optimiser le trafic de données et la sollicitation des infrastructures numériques

L'ARCEP étant à juste titre dans une démarche de transparence et de clarté pédagogique sur ces sujets, il semble important de brosser un tableau lucide et sincère des problématiques pour sérier et orienter efficacement les actions à mener.

2.1 Sur le modèle attributif

Si la proportion du volume de vidéo sur le volume des données transitant par Internet est relativement consensuelle, de même que l'impact global d'Internet, il semble inutile de rappeler aux auteurs du document de consultation qu'il n'existe pas de causalité linéaire du volume de données vers le CO₂eq.

La confusion souvent faite à cet égard résulte d'une exploitation trop hâtive des résultats du modèle attributif, et néglige le poids très largement prépondérant des coûts (impacts) fixes dans les réseaux.

Le modèle attributif consiste, suite à une analyse de cycle de vie (ACV) sur un périmètre particulier, à imputer le CO₂eq d'un service, y compris ses coûts fixes, au prorata de son usage, sans considération de l'impact incrémental réel d'une réduction ou augmentation individuelle (coût

marginal) d'usage. Cette distribution *au prorata* impute au final, par exemple, 50 g de CO₂eq au visionnage d'une heure de vidéo en ligne.

Cependant, la communication grand public qui en découle oublie le plus souvent de clarifier le mécanisme réel : si le consommateur regarde une heure supplémentaire de vidéo, en raison des coûts fixes, il ne va pas provoquer l'émission de 50 g supplémentaires. C'est pourtant la croyance répandue de manière diffuse par une bonne partie des communications autour de la sobriété, et notamment celles sur la captation de l'attention.

2.2 Sur la croissance des volumes de données et ses conséquences

De nombreuses études ont été réalisées sur l'impact énergétique CO₂eq des réseaux fixes ou mobiles. Les conclusions convergent : l'augmentation significative des volumes de données au fil des ans ne produit pas d'augmentation corrélée de l'empreinte énergétique ; au contraire, l'inducteur principal de gain d'efficacité, avant même la loi de Moore et les autres progrès technologiques, est l'augmentation des volumes de données. Cela s'explique très simplement par la meilleure utilisation d'une infrastructure à coûts essentiellement fixes. La présente section cite seulement quelques-unes des nombreuses études sur la question.

2.2.1 Note Arcep de 2019

Le graphique présenté ici est un relevé CO₂eq chez les opérateurs français compilé par les auteurs de la note n° 5 Arcep de 2019, *L'empreinte carbone du numérique*¹, qui montre une légère diminution de leur empreinte entre 2013 et 2017, malgré une croissance importante des volumes de données sur la même période. La note explique que cette diminution est principalement due à une réduction du CO₂eq moyen du kWh du mix électrique français sur cette période.

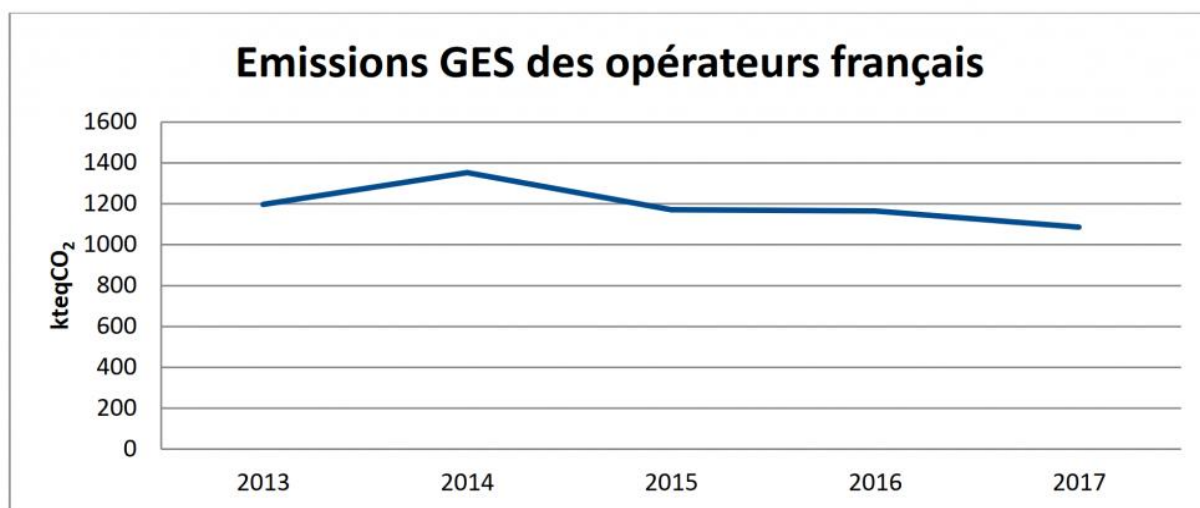


Figure 1 : Emissions carbone des opérateurs de télécommunications français. Source : réf. [4], [7] et [10] à [17], compilation des auteurs

Par ailleurs, la note de l'Arcep cite l'étude finlandaise décrite ci-dessous au 2.3.4.

1 https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/reseaux-du-futur-empreinte-carbone-numerique-juillet2019.pdf

2.2.2 Étude Renater/ecoinfo de 2020

Cette étude, *Évaluation de l'empreinte carbone de la transmission d'un Gigaoctet de données sur le réseau RENATER²*, a été réalisée en 2020 par Marion Ficher *et al* sur une partie de l'infrastructure Renater : un lien en fibre optique entre Orsay (91) et Montpellier (34).

L'étude s'intéresse en détail à l'architecture de transmission :

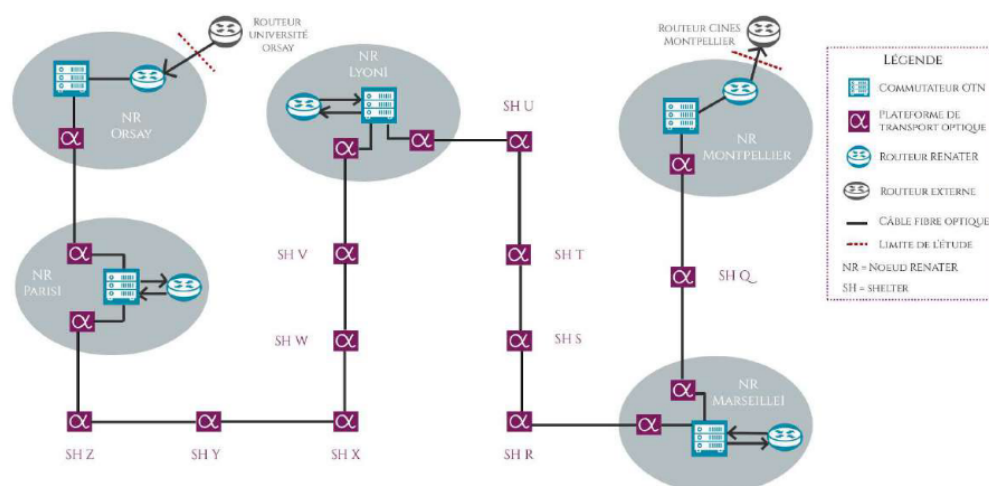


SCHÉMA: TRANSMISSION DE DONNÉES DE L'UNIVERSITÉ D'ORSAY AU CINES MONTPELLIER
CHEMIN SUR LE RÉSEAU RENATER EN 2020
SEGMENT N°1

Figure 3 – transmission de données entre le site d'Orsay et le site de Montpellier

2 <https://www.renater.fr/empreinte-carbone-de-la-transmission-dun-gigaoctet/>

Elle montre dans ce graphique que le CO₂eq/Go **décroît** avec le taux d'utilisation des liens. Il s'agit d'une simple conséquence du modèle attributif utilisé avec une majorité de coûts fixes :

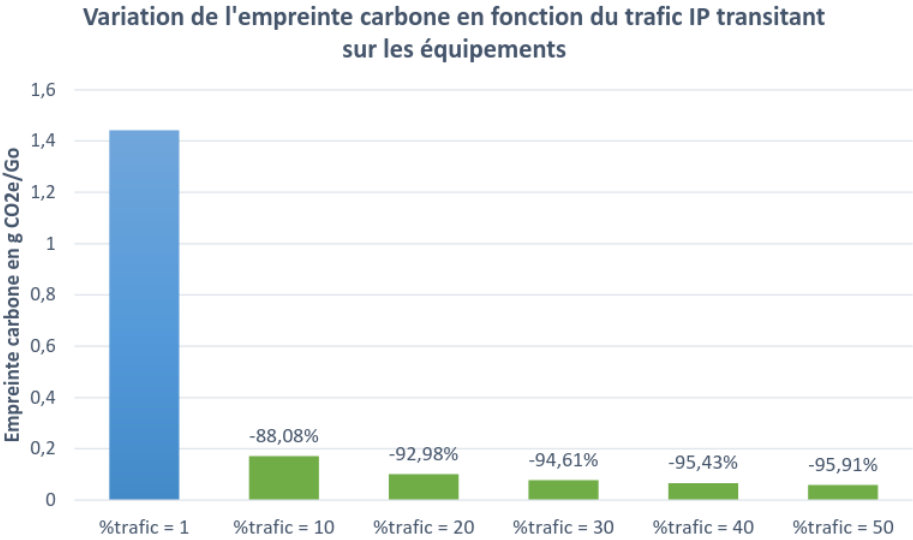


Figure 12 - variation de l'empreinte carbone en fonction de la capacité trafic des équipements segment Orsay-Montpellier

Cela se traduit également par une empreinte plus forte les jours « creux » :

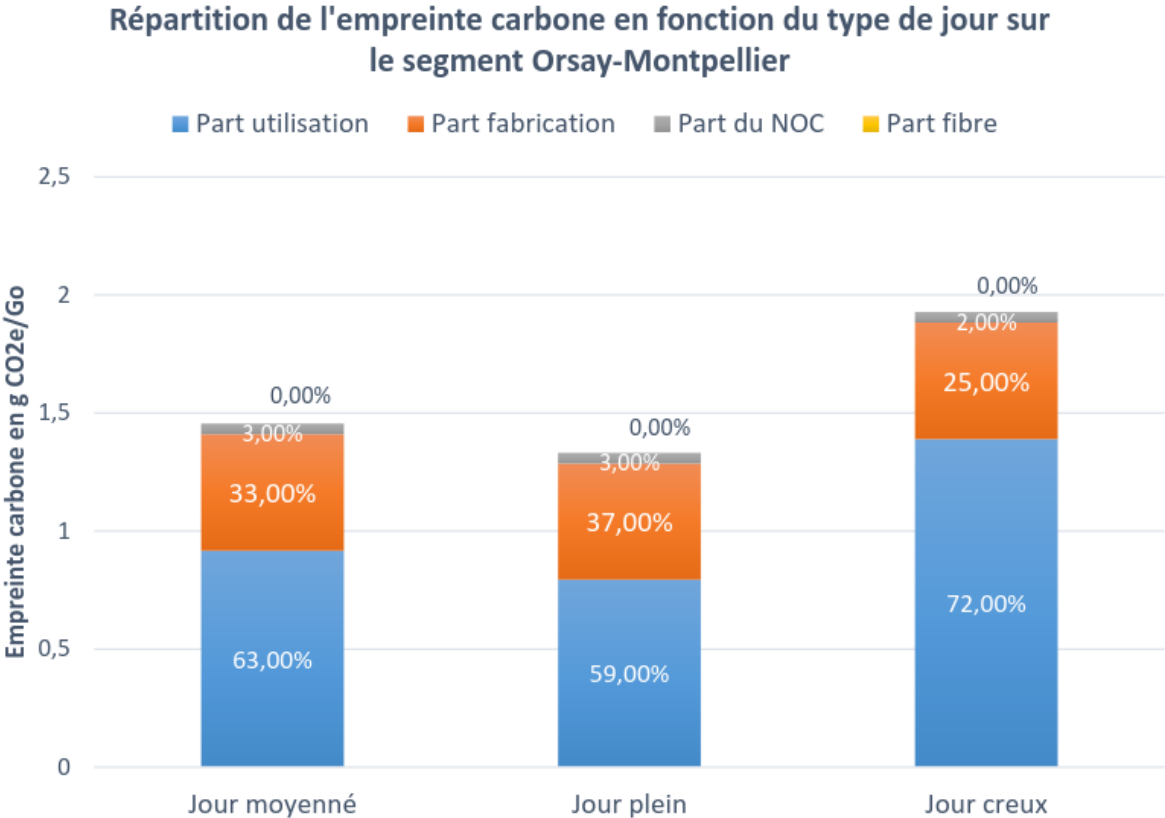


Figure 7 - répartition de l'empreinte carbone en fonction du type de journée sur le Orsay-Montpellier

L'étude montre par ailleurs l'importance primordiale du mix électrique sur l'impact en exploitation :

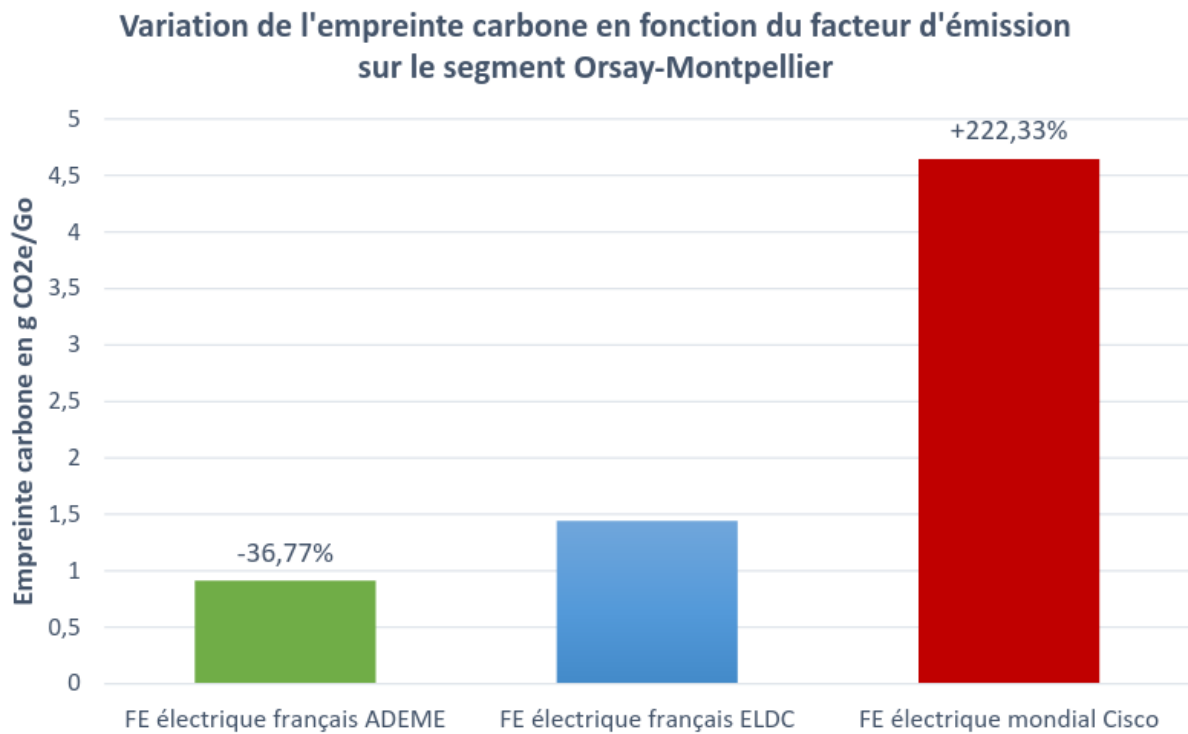


Figure 11 - variation de l'empreinte carbone en fonction du facteur d'émission électrique segment Orsay-Montpellier

2.2.3 Étude ETNO 2022

Cette étude de 2022, *Electricity Consumption and Operational Carbon Emissions of European Telecom Network Operators*³, établit de même que, sur un large panel d'opérateurs et de modes

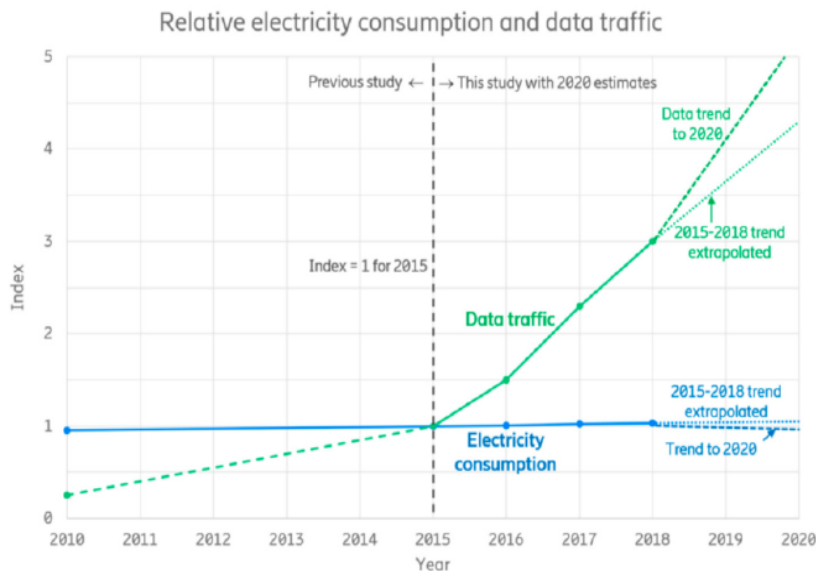
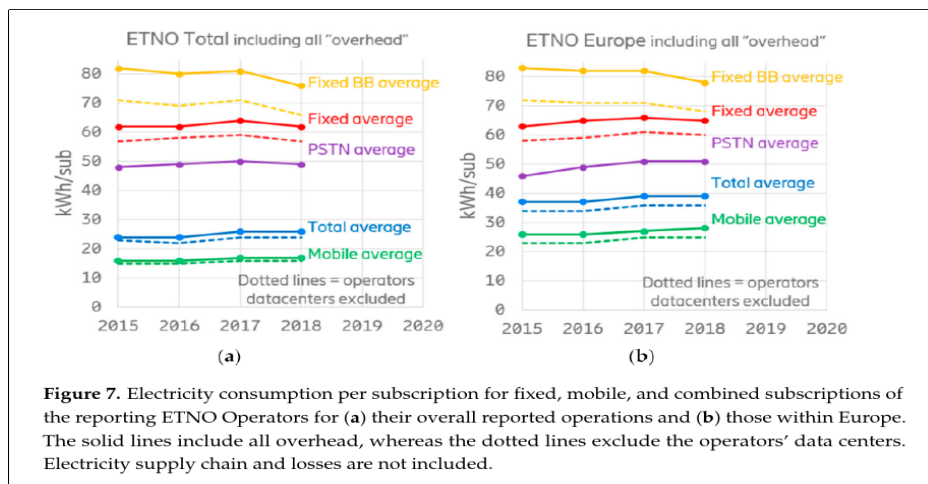


Figure 12. Electricity consumption and data traffic for the reporting ETNO operators of 2015–2018 (ETNO Total data set), also including less granular data reported for a more limited number of operators for the period of 2010–2015, as reported in Reference [10]. The electricity consumption and the data traffic for the full period have been indexed in relation to the 2015 level.

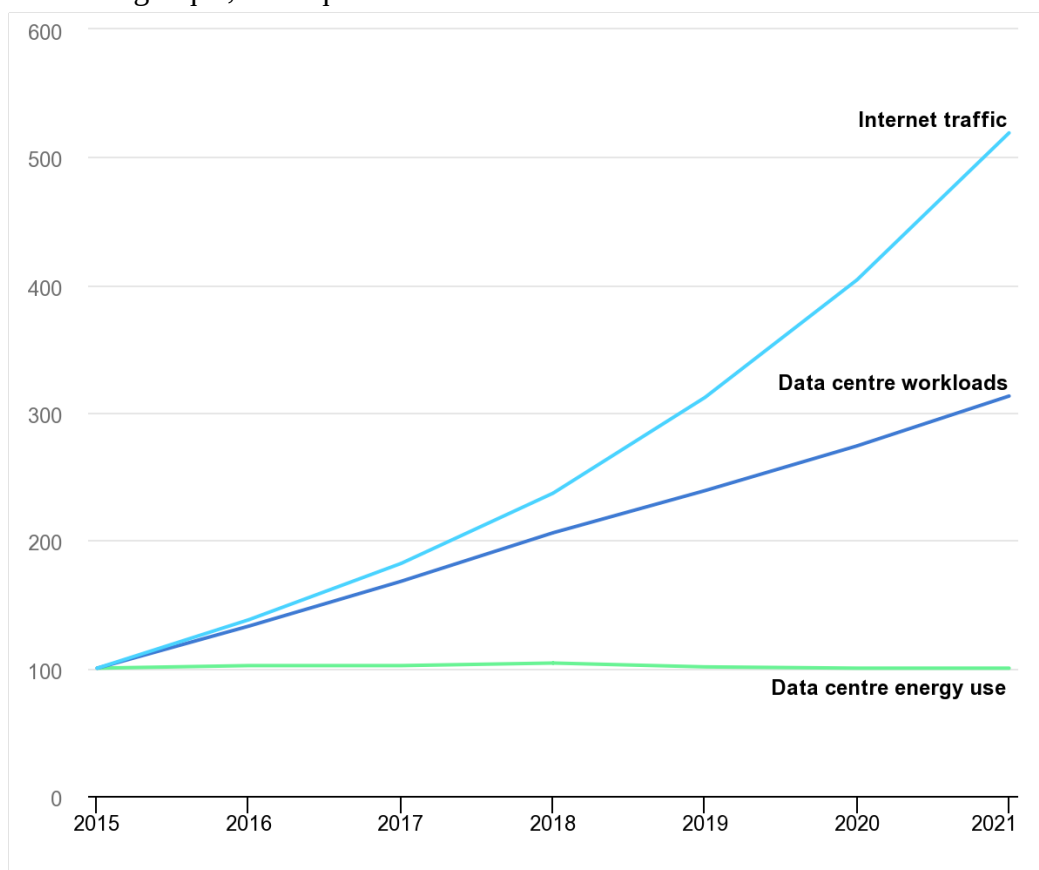
3 <https://doi.org/10.3390/su14052637> ou <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/5/2637>

d'accès, on n'observe aucune augmentation de l'empreinte due à la croissance du volume de données.



2.2.4 Étude IEA

L'étude IEA *Data Centres and Data Transmission Networks*⁴ s'est intéressée à l'empreinte des centres de données plutôt qu'à celle des opérateurs. Ici encore, on n'observe aucune augmentation de l'empreinte énergétique, alors que les volumes de données ont crû d'un facteur 5 de 2015 à 2021.



4 <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks> et <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-trends-in-internet-traffic-data-centre-workloads-and-data-centre-energy-use-2015-2021>

2.2.5 Étude MDPI 2018

L'étude MDPI⁵ est une évaluation de l'empreinte énergétique des opérateurs mobiles finlandais de 2010 à 2017. À nouveau, l'explosion des volumes de données ne se concrétise pas par une explosion en rapport de la consommation énergétique. Cette étude est citée par l'Arcep dans sa note évoquée ci-dessus.

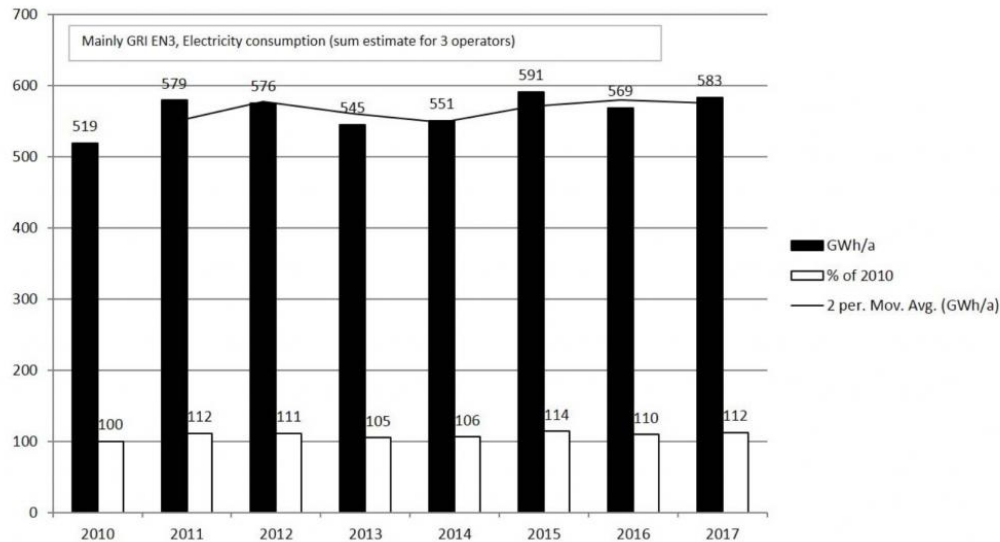


Figure 1. Total annual electricity consumption estimates for the three main operators' activities in Finland. This estimate was compiled based on various company reports. The main data sources included the total energy consumption figures (reported according to GRI EN3 as part of corporate environmental reports). Some uncertainty is related to the various system boundaries applied by different organisations in their reporting. (Mov. Avg. = Moving average calculated over a two-year period. If 2010 is set to 100%, current consumption level would be roughly 10% higher).

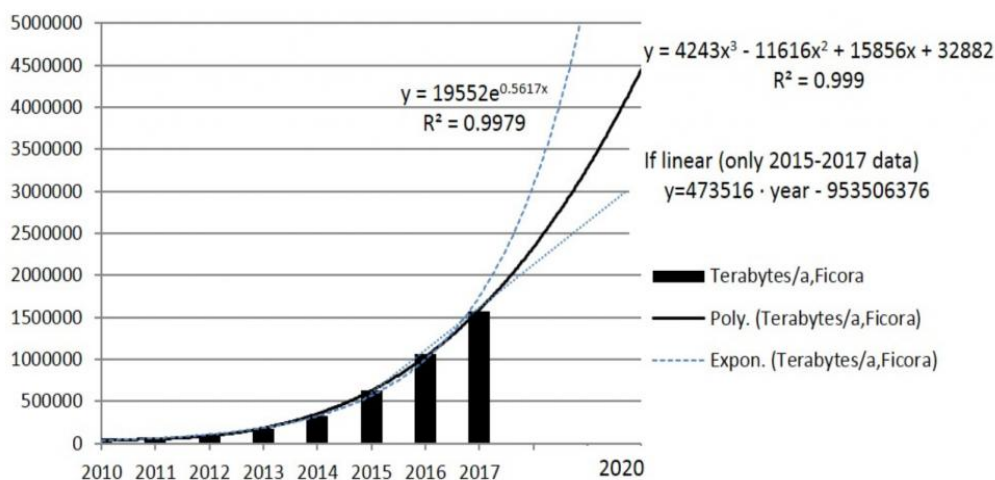


Figure 2. Growth of the transmitted mobile data in Finland during 2010–2017 in terabytes and corresponding statistical trends and estimates until 2020. The volume contains both the traffic the user has sent (uploaded) and the traffic the user has received (downloaded). Vertical Y-axis show terabytes per year and horizontal X-axis is the corresponding year. Data source for mobile data transmission volumes: FICORA 2017.

5 https://www.researchgate.net/publication/326470455_Evaluating_the_Energy_Consumption_of_Mobile_Data_Transfer-From_Technology_Development_to_Consumer_Behaviour_and_Life_Cycle_Thinking

3 Questions de la consultation publique

1. Le référentiel général de l'écoconception des services numériques poursuit plusieurs objectifs (en particulier : l'allongement de la durée de vie des terminaux, la limitation des stratégies de captation de l'attention, la minimisation de l'utilisation des ressources et la transparence environnementale des services numériques).

Que pensez-vous de ces différentes cibles ?

La juxtaposition sous le terme d'« écoconception » de thèmes aussi variés peut être de nature à induire en erreur et entrer en conflit avec le louable objectif de transparence. Notamment, la limitation des stratégies de captation de l'attention semble hors sujet, de nature à laisser entendre que ce sujet est lié à l'impact environnemental du numérique, ce qui ne semble pas étayé.

2. Le référentiel vise à accompagner les démarches volontaires d'écoconception en référençant un ensemble de critères et en prévoyant des outils de transparence et de suivi des efforts accomplis, c'est-à-dire la publication d'une déclaration d'écoconception et le calcul d'un score d'avancement. A cet égard, quels retours souhaiteriez-vous formuler concernant la rédaction d'une déclaration d'écoconception et le calcul du score d'avancement ? Que pensez-vous du tableur d'auto-évaluation optionnel proposé (disponible au format Office Open XML ou OpenDocument) ?

Les métriques proposées par les fiches, peut-être par une volonté de les orienter à fins de communication externe, bien que simples à appréhender, ne semblent pas totalement en mesure de produire un panorama pertinent des situations très diverses que l'on peut rencontrer en conception et exploitation des systèmes numériques. Si elles doivent être actionnables (ce qui n'est pas forcément nécessaire dans une pure optique de communication), il pourrait être utile de les réviser. Des métriques plus opérationnelles sont proposées plus loin dans ce document.

Le seul critère « validé/non validé » semble trop binaire puisqu'il peut masquer de grandes disparités en matière d'effort. Un critère « validé » une année peut être amélioré sensiblement par la suite, sans que cela impacte le score final. Cela risque de ne pas donner une image pertinente des progrès réalisés, et de supprimer les incitations à progresser.

3. Pour chacun de ses critères, le référentiel inclut un niveau de priorisation et une estimation du niveau de difficulté de la mise en œuvre. Avez-vous des remarques concernant le niveau de priorisation et/ou de difficulté des différentes pratiques ? Que proposeriez-vous et pourquoi ?

De manière similaire à ce qui précède, les niveaux de priorisation et difficulté sont des éléments subjectifs donc variables suivant les environnements.

Par exemple sur le point 1.4 « Le service numérique est-il utilisable sur d'anciens modèles de terminaux ? », le niveau de difficulté est estimé à « Faible ». Il est demandé que le service soit

utilisable (voire d'« utilisation garantie ») sur des équipements de 7 ans ou plus, et des ordinateurs équipés de processeurs âgés de 10 ans ou plus. Or ce critère est hautement dépendant de la nature du service envisagé.

Ainsi, les applications gourmandes en moyens de calcul, donc nécessitant des matériels relativement récents, sont nombreuses, et souvent parmi les plus innovantes. On peut citer :

- le traitement de nuages de points 3D (cf nuages de points Lidar IGN <https://geoservices.ign.fr/lidarhd>) ;
- la cartographie vectorielle (<https://carto.graou.info/>) qui utilise souvent, sur le web, les moyens d'affichage des cartes 3D (API webgl);
- le montage et le rendu d'effets vidéo ;
- désormais les applications personnelles des IA génératives, etc.

Il peut donc être impossible de répondre au critère d'ancienneté du matériel avec facilité, au contraire de ce que laisse entendre le niveau estimé.

De nombreuses applications de calcul intensif (non-IA) en matière de recherche (météorologie, climatologie, simulations diverses, etc) peuvent également être dans l'incapacité de répondre à de tels critères.

À ce propos, un article du Financial Times, *AI outperforms conventional weather forecasting methods for first time*⁶, montre un cas de gain d'efficacité permis par l'IA en apprentissage profond par rapport aux méthodes classiques de calcul intensif.

Le niveau de priorité à appliquer peut donc dépendre de nombreux critères complexes à évaluer et hautement dépendants de la nature de l'application.

Enfin, il serait utile d'étudier les externalités positives (évoquées au point 4 du 1.1, page 22 de votre document) avec une fine granularité, au même titre que les externalités négatives.

Ainsi dans la fiche 1.4, un logiciel de visioconférence qui ne fonctionne pas sur un poste de plus de 7 ans peut néanmoins permettre d'économiser sensiblement sur des trajets routiers ou ferroviaires beaucoup plus carbonés.

Par exemple : du pré-diagnostic vétérinaire par vidéo mobile en zone rurale ; amélioration des interventions de services de secours avec le RRF⁷, etc.

Les services publics régaliens, qui n'ont pas encore tous fait leur transition numérique, peuvent exploiter avantageusement les réseaux mobiles pour être à la fois être plus efficaces et moins impactants sur l'environnement. Leur imposer un référentiel trop strict pourrait entraver cette évolution.

De même en matière d'IA, les possibilités d'aide aux personnes en situation de handicap sont nombreuses, leur permettant une autonomie accrue avec une moindre dépendance dans des technologies plus lourdes et impactantes.

6 <https://www.ft.com/content/ca5d655f-d684-4dec-8daa-1c58b0674be1>

7 <https://www.interieur.gouv.fr/actualites/communiqués-de-presse/lancement-du-projet-reseau-radio-du-futur-rrf-reseau-tres-haut>

4. Les critères visant à minimiser l'impact environnemental des contenus multimédias et à limiter les stratégies de captation de l'attention font partie des éléments mis en avant. Quelle est votre analyse du traitement des enjeux relatifs à l'économie de l'attention par le référentiel ? Quelles seraient vos suggestions ou compléments à proposer pour réduire l'empreinte environnementale des contenus multimédias ?

L'aspect « minimisation de l'impact environnemental » du document, que cela concerne ou non les contenus multimédias, met beaucoup trop l'accent sur la réduction du volume de données, lui attribuant *de facto* une importance disproportionnée avec son impact réel. Ce présupposé a pour effet une priorisation incorrecte des actions. On l'observe déjà en matière de communication environnementale « grand public », domaine sinistré où par exemple les « cyber cleanup days » se vantent d'économies ridicules sur les boîtes de courriel, se chiffrant en dizaines de Go pour des entités de taille conséquente.

Par ailleurs, comme exprimé plus longuement en préambule, il semblerait pertinent de scinder clairement les aspects liés à l'économie de l'attention de ceux liés à l'empreinte environnementale. L'usage de métriques objectivables peut aider à clarifier le sujet. Il n'existe pas forcément de corrélation entre l'impact environnemental et l'impact en captation de l'attention.

5. Le référentiel met aussi l'accent sur la maîtrise de l'empreinte environnementale des services numériques émergents dès leur conception, en particulier par des pratiques visant le minage ou la phase d'apprentissage des algorithmes requise pour les services utilisant des systèmes d'intelligence artificielle. Avez-vous des commentaires sur le sujet de l'écoconception des services numériques émergents à considérer pour le référentiel général de l'écoconception des services numériques ?

Concernant les IA, l'innovation et les progrès en algorithmes étant très rapides depuis l'explosion des modèles de langage, il est essentiel d'adopter une stratégie de veille technologique afin d'utiliser les procédés les plus efficaces, aussi bien en apprentissage qu'ultérieurement en inférence. Les économies en ressources diverses peuvent représenter des facteurs de 100, 1000 ou plus.

3.1 Propositions de métriques objectivables

Les métriques suivantes, proposées à titre indicatif, sont plus faciles à valider et mettre en œuvre que les métriques environnementales type CO₂eq.

En outre, elles sont plus stables à long terme.

En effet, les évolutions technologiques rendent rapidement caduques les métriques « composites » incluant le CO₂eq – qui est également lié à l'origine du mix électrique, donc à la localisation des points de consommation –, ainsi que les kWh/unité de service (gigaoctets, transaction d'API, images, heure de vidéo, etc) en raison à la fois de la prépondérance des coûts fixes et de la variabilité de la consommation électrique. On observe encore les effets de la loi de Moore, ainsi que la conversion de tâches CPU en circuits spécialisés (ASIC) qui est de nature à réduire l'empreinte

énergétique des processus, mais aussi (notamment en IA générative actuellement) des progrès majeurs sur les algorithmes permettant d'améliorer leur efficacité.

Enfin, il existe des « reports » indirects : ainsi, comme évoqué en longueur dans la section 6 de votre document, un codec permet de compresser (réduire le volume de données stockées ou transmises), mais au prix de consommation CPU ou ASIC (énergie et/ou matériel) additionnelle. De même, une mise en cache permet de déporter les usages mémoire suivant la rapidité et la capacité des supports. Un algorithme peut être plus efficace qu'un autre, en terme d'usage CPU, mais nécessiter une plus grande quantité d'espace mémoire ou disque, etc.

La fiche 6.5 met bien en exergue le compromis délicat entre compression des données et usage brut de celles-ci.

La fiche 6.4, cependant, propose « un stockage côté client de certaines ressources afin d'éviter des échanges réseaux inutiles ». La supposition sous-jacente semble être que le stockage de données est toujours plus efficace que leur retransmission. Ce n'est pas forcément le cas, loin de là, et notamment dans le cas de téléchargement d'un contenu volumineux comparé à son streaming sans stockage. En effet, le stockage peut nécessiter du matériel plus largement dimensionné, et on sait que l'impact global du matériel est prépondérant sur celui des usages, notamment en France (électricité peu carbonée).

Tous ces éléments étant fortement liés à la nature des services proposés, des métriques détaillées et non directement corrélées aux métriques environnementales semblent plus à même d'offrir la finesse nécessaire à une représentation des impacts, de mieux circonscrire les éléments de décision inclus dans certaines fiches, et de déporter les incertitudes voire désaccords sur les impacts à une phase finale d'analyse, séparée donc révisable de manière autonome en fonction de l'état des connaissances scientifiques, du contexte local, et de l'évolution des technologies.

3.1.1 Volumes de données stockées

- localement (Go) sur le terminal
- à distance (Go) sur le serveur
- selon support : disque HDD, SSD, mémoire flash, bande magnétique, etc (Go, To)
- typologie moyenne d'accès (fixe, mobile, local, etc)

3.1.2 Volumes de données transmises

En gigaoctets, téraoctets etc, déclinable suivant type de réseau (donc impact unitaire potentiel différent) :

- réseau local
- réseau étendu
- réseau fixe ADSL/VDSL
- réseau fixe fibre FTTH, FTT*, etc
- réseau mobile

Autres métriques :

- Consommation de données agrégée (Mo, Go, To...) par heure d'usage, jour, mois, an...

3.1.3 Codecs

- heures CPU ou matériel en compression
- heures CPU ou matériel en décompression
- ratio d'efficacité sur la réduction du volume de données
- amortissement du coût de compression (coût de compression / nombre de visionnages)

3.1.4 Volume d'usage CPU

- sur serveur
- sur terminal
- nombre de requêtes d'API
- impact unitaire des requêtes d'API
- dimensionnement des serveurs en crête d'usage

3.1.5 Consommation électrique

- éclairage du terminal
- transmission (fixe ou mobile, terminal, routeur, ou serveur)
- stockage (RAM, HDD, SSD...)
- usage CPU
- en transmission (wifi, routeur, box, serveur, commutateur...)
- puissance moyenne et crête nécessaires (W, kW)
- kWh par unité de service

3.1.6 Matériel

- Taille d'écran (cm)
- Mémoire (Go)
- CPU (Gflops, nombre de cœurs...)
- Débit réseau (Mbps, Gbps)
- Stockage disque (Go, To...)

3.2 Déclinaison des métriques sur certains des points présentés

Exemples, liste non exhaustive :

- Fiches 1.3 et 1.6 : métriques matérielles (3.1.6)
- Fiches 1.12 : métriques de volumes de données stockées et transmises, 3.1.1 et 3.1.2
- Fiches 2.6 et 3.8 : métriques de consommation électrique 3.1.5 et de matériel 3.1.6
- Fiche 3.4, 6.4 : métriques de volumes de données stockées et transmises 3.1.1 et 3.1.2 ; matériel 3.1.6
- Fiches 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.14, 4.15, 4.19, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 6.1, 6.2, 6.3, 6.5, 6.6, 6.7, 7.1, 7.2 : métriques de volumes de données transmises 3.1.2 ; éventuellement 3.1.3 (codecs) concernant le multimédia.
- Fiches 4.11, 4.13, 6.2, 6.3, 6.5 : volume d'usage CPU 3.1.4

etc

3.3 Conversion en métriques d'impact environnemental

En raison de l'inadéquation du modèle attributif (cf section 2.1) avec la réalité physique (impact incrémental), énoncer des modélisations et métriques d'impact représentant suffisamment bien la réalité est difficile voire impossible.

On peut citer notamment les très populaires malgré leurs défauts :

- CO₂eq/Go transmis
- CO₂eq/Go stocké (impact en usage)
- kWh/Go
- etc

Il pourrait être méthodologiquement pertinent d'« isoler » ces métriques afin :

- de permettre leur mise à jour facile de manière indépendante, en fonction des évolutions des connaissances et technologies ;
- de pouvoir les entourer d'avertissements sur les incertitudes associées ;
- de ne pas polluer les métriques scientifiquement et objectivement plus fondées suggérées au 3.1.

Par simple multiplication avec les volumes de données (et autres métriques), il est ensuite possible, comme dernière étape d'évaluation, de convertir les métriques « objectivables » du 3.1 en métriques « environnementales ».

3.4 Remarques diverses

Le document insiste à juste titre, dans plusieurs fiches, sur l'effcience du logiciel libre/open source (FOSS) et d'API ouvertes et interopérables pour améliorer la pérennité et la maintenabilité du matériel et du logiciel.

Au fil des fiches, on peut distinguer 4 angles majeurs :

- l'écoconception proprement dite
- l'« expérience utilisateur »
- le respect du RGPD (1.12, 4.5, 5.9)
- la captation de l'attention

Il serait sans doute utile de mettre ces distinctions plus en évidence, la corrélation entre respect du RGPD ou réduction de la captation de l'attention, d'un côté, et la réduction de l'empreinte environnementale, de l'autre, n'étant pas établie.

Par ailleurs, la réduction des volumes de données, présentée comme favorable en impact environnemental, est surtout une mesure louable en terme d'usage raisonné des réseaux (notamment hertziens, de capacité physiquement plus limitée) aboutissant à une meilleure expérience utilisateur

(temps de réponse améliorés, notamment, ou simplement utilisabilité sur réseaux bas débit ou en conditions de mauvaise réception).

Remarques sur quelques fiches particulières :

3.4.1 Fiche 1.15 « Le service numérique a-t-il recours à un niveau de chiffrement adapté à ses besoins ? »

Cette fiche met en cause l'impact du chiffrement. Il semble essentiel d'y rappeler que **l'utilisation d'un moyen sécurisé pour le transfert de données personnelles est une obligation de l'article 32 du RGPD** (citation de la fiche 3.3). Il est également primordial d'insister sur l'existence de technologies de chiffrement « indolores » en terme d'impact, comme par exemple la présence de circuits câblés AES dans la plupart des processeurs modernes. En tout état de cause, le chiffrement constituant une protection très utile (vie privée, confidentialité, intégrité des données, etc) pour un coût environnemental insignifiant jusqu'à preuve du contraire, il est essentiel qu'il soit préféré par défaut en l'absence d'élément étayé concernant son impact environnemental néfaste. Enfin, contrairement à ce qu'affirme la fiche, le chiffrement n'induit pas une « charge [supplémentaire] pour les réseaux de communication ».

3.4.2 Fiches 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 3.1

Ces fiches reposent sur des éléments internes ou tiers dont les impacts sont difficiles ou impossibles à évaluer.

3.4.3 Fiche 3.7 « Le service numérique propose-t-il les mises à jour incrémentielles, afin de ne pas remplacer tout le code à chaque mise à jour ? »

Cette fiche, outre qu'elle présuppose à nouveau un fort impact du volume de données, est très difficile à appliquer dans la plupart des cas (présence de logiciels et services tiers ne proposant pas ce type de mise à jour). Elle est également considérablement dépendante de la typologie d'application : la taille d'une mise à jour de jeu vidéo 3D se chiffre en Go ou dizaines de Go, alors qu'une mise à jour d'application mobile est plutôt de l'ordre des dizaines ou centaines de Mo.

3.4.4 Fiche 3.8 « Le service numérique désactive-t-il les environnements de développement sur les plages horaires où il est inutilisé ? »

Cette fiche évoque l'extinction des serveurs, notamment de développement, pendant la nuit, supposant que l'économie énergétique ainsi réalisée représente un gain net.

Cependant, il est avéré en conception électronique que les chocs thermiques et électriques causés par des extinctions/rallumages, provoquant un vieillissement prématuré du matériel, sont une cause majeure, voire principale, de pannes.

Étant donné que l'on souhaite prioritairement prolonger la durée d'usage de celui-ci, la stratégie proposée par la fiche semble donc à pondérer au vu des connaissances en la matière.

3.4.5 Fiche 4.3 « Le service numérique affiche-t-il uniquement des contenus sans défilement infini ? »

Cette fiche sur le défilement infini suggère de réaliser un chargement « à la demande » par l'utilisateur.

En réalité, c'est déjà le cas de la plupart des interfaces de ce type : la « demande » de l'utilisateur est constituée par son action explicite de défilement de la page, en « insistant » en bas du déroulement.

En outre, il s'agit simplement de chargement incrémental de contenu supplémentaire : cette opération va en général être plus économe, notamment en calcul de rendu, que, comme le préconise la fiche, un chargement de nouvelle page complète qui peut nécessiter beaucoup plus de requêtes d'API et de chargement de données. Cette fiche entre donc en contradiction, dans l'esprit, avec les fiches suggérant de limiter les requêtes d'API et proposant des stratégies incrémentielles.

3.4.6 Fiche 4.15 « Le service numérique vérifie-t-il des limites de poids et de formats sur les fichiers pouvant être transmis par l'utilisateur ? »

Cette fiche suggère de limiter les poids des documents envoyés, et remarque à juste titre que cette mesure ne doit pas obérer l'accessibilité du service. En effet, en raison de l'impact insignifiant du volume de données, la mise en œuvre de stratégies de contournement par les utilisateurs (recompression du document, séparation en plusieurs parties, etc) peut rapidement engloutir le faible gain permis par la limitation du volume.

3.4.7 Fiches 4.17, 4.18

Ces fiches semblent relever des stratégies de captation de l'attention plutôt que de l'impact environnemental.

3.4.8 Fiche 6.4 « Le service numérique utilise-t-il un stockage côté client de certaines ressources afin d'éviter des échanges réseaux inutiles ? »

La fiche suggère « *un stockage côté client de certaines ressources afin d'éviter des échanges réseaux inutiles* ». Elle semble supposer que la retransmission est toujours plus coûteuse que la conservation.

Ce n'est pas forcément le cas, notamment sur des contenus volumineux (téléchargement vs streaming), en raison de la nécessité de conserver sur le client un doublon du contenu, ce qui peut être contradictoire avec la fiche 8.10 qui préconise de limiter le nombre de duplications des données. La fiche pourrait être précisée en explicitant les critères décisifs.

3.4.9 Fiche 8.7 « Le service numérique utilise-t-il un hébergement dont l'origine de consommation d'électricité est documentée et majoritairement d'origine renouvelable ? »

Cette fiche fait double emploi avec la fiche 8.8, et lui est partiellement contradictoire puisque les régions au mix électrique le moins carboné ne sont pas celles où la proportion d'EnR est la plus grande. Il est donc proposé de supprimer la fiche 8.7, ou de fusionner les deux fiches.

3.4.10 Fiche 8.10 « Le service numérique duplique-t-il les données uniquement lorsque cela est nécessaire ? »

La fiche évoque les duplications de données au niveau de l'hébergement, mais la réflexion pourrait être utilement étendue aux problématiques de duplication du côté des clients (terminaux) ou caches qui sont recommandées par d'autres fiches.

Par ailleurs, la fiche pourrait citer les problématiques de PRA (plan de reprise d'activité), fortement liée aux notions de conservation de données de sauvegarde ou disponibles « à chaud ». L'économie de faible ampleur, voire insignifiante, réalisée par une entité en négligeant des duplications qui n'avaient pas semblé utiles peut être très vite engloutie par la débauche de moyens nécessaires pour rétablir le service en cas de situation catastrophique de perte de données ou de matériel.

3.4.11 Fiche 9.1 « Le service numérique nécessite-t-il l'inclusion d'une phase d'entraînement ? »

Cette fiche ne distingue pas l'apprentissage sur infrastructure cloud (location) et celle sur infrastructure propre. Or les impacts sont sensiblement différents, en raison de la mutualisation poussée du matériel permise par le cloud.

De plus, bien que les procédés évoluent presque de jour en jour, ce qui exclut leur citation exhaustive, il pourrait également être utile d'explicitier l'existence de différents types majeurs d'apprentissage : modèles « fondation » très lourds en impact énergétique, « fine tuning » beaucoup plus léger, utilisation d'API, etc.

4 Conclusion

Nous pensons que cette consultation par l'ARCEP est un pas important vers une conception plus écoresponsable des services en ligne. Il est souhaitable que les concepteurs et exploitants prennent en compte dès les phases initiales l'optimisation de leurs services et qu'ils aient les moyens d'en réduire l'impact, et d'évaluer leurs progrès. Nous espérons que cette consultation permettra d'établir de meilleures pratiques, et avoir pu contribuer à clarifier le sens des modèles d'empreinte actuellement utilisés.

Nous remercions l'ARCEP pour cette initiative et nous nous tenons à sa disposition pour atteindre ces objectifs.