

VIDÉO : QUEL IMPACT CARBONE SELON LES TECHNOLOGIES ?

Le numérique est souvent considéré comme un vecteur de croissance et un outil de la transition (« smart » cities, buildings, internet des objets...). Or son impact mondial en termes d'émissions de gaz à effet de serre ne cesse d'augmenter. Il représente autant que le trafic aérien aujourd'hui et bientôt autant que le trafic automobile.

L'enjeu porte essentiellement sur la vidéo (stockage et diffusion), qui représente désormais plus de 80% des flux de données d'internet. Regarder ce que l'on veut, où et quand on veut fait exploser l'impact carbone de notre visionnage.

Quel est l'impact carbone de la vidéo selon les modes de visionnage (direct ou replay), les technologies (fibre, TNT, 4G...) et les supports (smartphone, TV...) ?

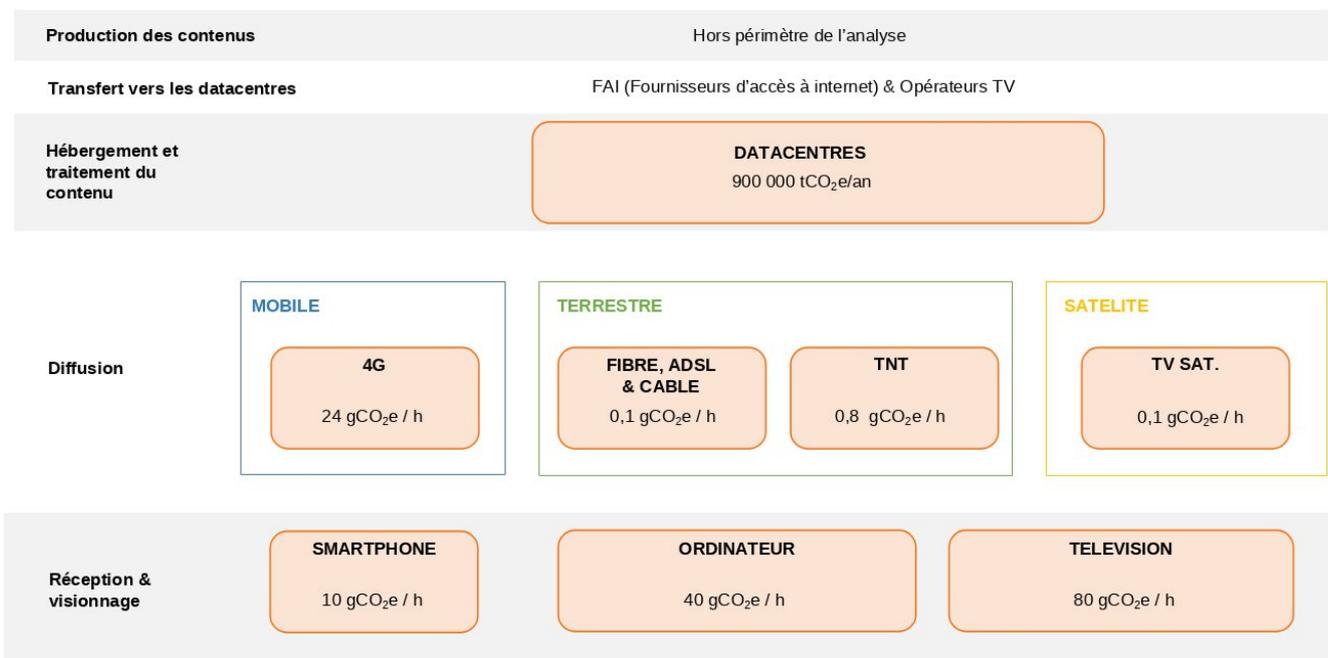


SYNTHÈSE

L'impact carbone du numérique en France est estimé à 17 MtCO₂e¹¹. Cela représente environ 250 kgCO₂e par an et par Français, soit plus de 10% du budget carbone individuel visé pour 2050 de 2 tCO₂e/an.

Les datacentres sont souvent pointés du doigt pour être gourmands en énergie, or nous avons estimé leur impact carbone à moins de 1 MtCO₂e, soit environ 5%. C'est en effet avant tout la fabrication des supports (smartphones, TV, ordinateurs) qui représente la grande part de l'impact carbone du numérique. De plus, les modes de diffusion de la vidéo n'ont pas le même impact.

Impact carbone des différentes technologies de visionnage en France (par heure de visionnage)



Les technologies se renouvellent vite, mais les gains en efficacité énergétique sont en partie absorbés par la hausse du trafic de données.

La réflexion autour de l'impact carbone du numérique progresse, bien que l'accès aux données (souvent stratégiques et confidentielles) soit difficile, y compris pour des agences d'État comme l'ADEME ou l'ARCEP. L'enjeu à court terme est d'accroître la transparence afin de mieux définir l'impact carbone de la diffusion, notamment pour la téléphonie mobile.

¹¹ Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective - Note de synthèse réalisée par l'ADEME et l'Arcep, 19 janvier 2022.

1. LES DATACENTRES

Une fois le contenu (texte, image, son, vidéo) créé, il est envoyé puis hébergé sur des datacentres. La phase de production du contenu est hors périmètre de la présente analyse.

La proximité des datacentres avec les lieux de consommation est un élément clé pour assurer la réactivité du service. De nombreux échanges internationaux existent et nous avons considéré qu'ils s'équilibrent dans les grandes masses. Pour cette analyse, nous avons donc étudié uniquement les datacentres situés en France et les avons intégralement affecté à l'internet en France.

Les émissions des datacentres estimées à près d'1 MtCO₂e

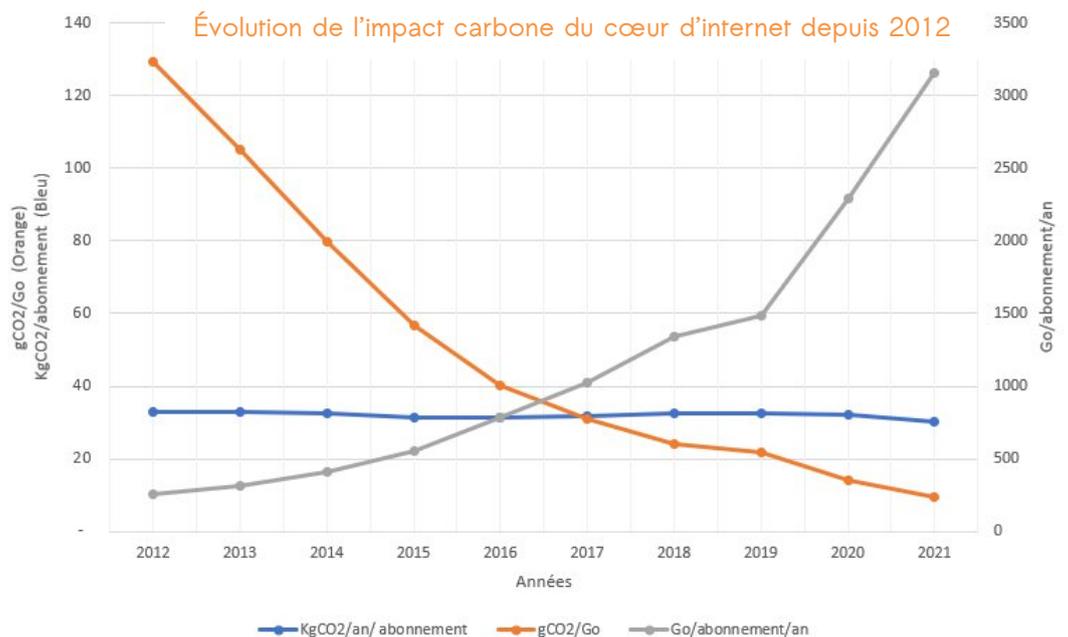
Nous avons estimé les émissions des datacentres en 2021 en France à 900 000 tCO₂e. Les trois-quart concernent la fabrication des serveurs et des disques durs. La consommation d'énergie des datacentres est stable depuis plusieurs années, autour de 4 TWh (soit 210 000 tCO₂e en 2020). Les gains d'efficacité des serveurs font donc que l'indicateur carbone (gCO₂e/Go) du cœur d'internet baisse. Il était en 2019 de 22 gCO₂e/Go téléchargé. En 2020, il passe à 14 gCO₂e/Go puis à **10 gCO₂e/Go en 2021, soit une division par 2 en 3 ans !**

Sur la même période, les volumes transférés ont augmenté dans les mêmes proportions.

L'impact carbone du Go téléchargé a été divisé par 13 en 10 ans

La performance et l'efficacité des serveurs, des disques durs et des systèmes de refroidissement des datacentres augmente plus vite que le trafic internet, ce qui a pour conséquence une réduction de l'impact carbone du Go téléchargé qui est passé de 130 gCO₂e en 2012 à 10 gCO₂e en 2022.

Le poids carbone d'un abonnement est estimé à environ 35 kgCO₂e/an et par box. **Entre gains d'efficacité et boulimie numérique, le contenu carbone d'un abonnement reste stable depuis 10 ans.**



Source : ARCEP, calculs Objectif Carbone

2. LA DIFFUSION TERRESTRE

Le signal internet circule entre les datacentres au sein d'un réseau de câbles (principalement de la fibre optique) en passant par des nœuds d'échange internet. Historiquement, les boucles locales sont branchées sur les centraux téléphoniques qui assuraient la répartition du signal entre les différents usagers par une boucle en cuivre (ADSL). Aujourd'hui, ces équipements ont considérablement évolué ; ils prennent moins de place, et sont déployés également dans d'autres lieux, notamment avec les antennes de téléphonie mobile et le réseau de fibre optique.

La TV par le câble et l'ADSL

Les boucles locales desservent les utilisateurs finaux. Il y a plus de 21 000 NRA en France ². L'estimation du poids carbone d'une ligne xDSL³ repose sur deux composantes :

- La consommation électrique : 1,8 W par ligne, indépendamment du volume de données fournies ⁴. Pour un fonctionnement constant sur une année, cela revient à 16 kWh/an pour l'xDSL, soit 1 kgCO₂/an par ligne.
- Le poids carbone de l'infrastructure : l'xDSL s'appuie sur le réseau cuivre des lignes téléphoniques qui est considéré comme totalement amorti et donc négligeable.

Pour cette infrastructure partagée qui fournit aujourd'hui à la fois internet, le téléphone et la TV, nous avons affecté 15% à la TV et au téléphone et 70% pour l'internet. **Pour une durée moyenne de visionnage de 3h40 quotidienne, cela représente 0,1 gCO₂e/h.**

Le réseau cuivre historique va progressivement disparaître, au profit de la fibre optique. Il est prévu qu'en 2030, les offres sur technologie cuivre n'existeront plus ⁵.

La TV par la fibre optique

L'estimation du poids carbone d'une ligne filaire comprend deux composantes :

- La consommation électrique : 0,5 W par ligne indépendamment du volume de données fournies⁴. Cela revient à 5 kWh/an pour la fibre, soit 0,29 kgCO₂e/an.
- Une estimation du poids carbone de l'infrastructure câble qui comprend le câble proprement dit (300 gCO₂e/ml⁶) et la mise en place dans des tranchées (1 700 gCO₂e/ml⁵). Sur la base d'un réseau de fibre optique correspondant globalement au linéaire du réseau routier français, pour raccorder

² NRA : nœuds de raccordement d'abonnés. <https://www.ariase.com/box/carte-nra>

³ Le terme xDSL est utilisé de façon générique pour décrire l'ensemble des technologies DSL (Digital Subscriber Line ou ligne numérique d'abonné). La plus connue des technologies DSL est ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line).

⁴ Ce chiffre intègre les consommations des câbles et des équipements. ARCEP « Réseaux du futur, Note n° 5, L'empreinte carbone du numérique », octobre 2019.

⁵ Source : <https://reseaux.orange.fr/actualites/la-fin-du-reseau-cuivre-quest-ce-que-ca-veut-dire>

⁶ Estimations Objectif Carbone.

environ 33 millions de foyers⁷, chaque raccordement pèse en moyenne 50 kgCO₂e. Amorti sur une durée de vie de 50 ans, cela revient à environ 1 kgCO₂e/an/raccordement.

Sur la base de 15% alloué au visionnage de la TV en direct, **nous obtenons environ 0,14 gCO₂e/h.**

La diffusion hertzienne (la TNT)

En France métropolitaine, la Télévision Numérique Terrestre (TNT) compte 31 chaînes nationales et 43 chaînes locales, largement diffusées en haute définition. La diffusion terrestre hertzienne, assurée par un réseau d'émetteurs (pylônes) et de réémetteurs locaux, est gérée par 2 opérateurs :

- TDF : opère et maintient 1 625 sites de diffusion de la TNT et 77% des points de service totaux ;
- TowerCast (filiale du groupe NRJ) : exploite 500 émetteurs sur le territoire.

Le bilan carbone du réseau TNT est estimé à environ 52 000 tCO₂e/an, à partir de :

- La consommation d'énergie des infrastructures pour 37 000 tCO₂e/an, estimé sur la base du :
 - o Bilan Carbone réglementaire mis à disposition par TDF qui couvre les émissions directes (combustion fossile sur les sites et fuites de gaz) et celles liées à l'électricité (soit les scope 1 et 2) pour 28 500 tCO₂e⁸ ;
 - o D'une hypothèse d'un profil carbone similaire pour l'opérateur TowerCast et en se basant sur la répartition 2019 des points de service (77% pour TDF, 33% pour TowerCast), soit environ 8 500 tCO₂e.
- L'estimation du poids carbone de l'infrastructure, en fixant arbitrairement un forfait de 200 tCO₂e par site de diffusion, l'ensemble des 2 200 sites existant en France représente une empreinte carbone totale de l'ordre de 440 000 tCO₂e. Amortie sur 30 ans, cela représente environ 15 000 tCO₂e/an.

Le réseau de la TNT assure différentes missions. La répartition du chiffre d'affaires de TDF par type de mission apparaît à ce stade comme la meilleure clef de répartition des émissions induites par service : 27% pour la télévision, soit de l'ordre de 14 000 tCO₂e sont ainsi attribuables à la diffusion télévisuelle par an en France.

En face de ces émissions, ce sont 13,6 millions de foyers desservis, le poids carbone du fonctionnement du réseau TNT pour regarder la télévision s'élève donc à 1 kgCO₂e/foyer/an. Ramené à l'heure de téléviseur allumée (3h40), cela donne 0,8 gCO₂e/h de visionnage.

⁷ Au 30 septembre 2022, selon l'observatoire de l'ARCEP, 33,1 millions de logements étaient éligibles à la fibre optique jusqu'au domicile sur des réseaux FTTH.

⁸ Le bilan carbone de TDF (base BEGES de l'ADEME) pour l'année 2014 est de 28 500 tCO₂e, qui proviennent pour 79% de la consommation d'électricité de l'infrastructure et pour 13% des carburants routiers de leur flotte d'entreprise.

3. LA DIFFUSION SATELLITAIRE

Sur une approche sommaire à partir des données disponibles sur internet (mais qui a le mérite d'être concordante avec des données existantes mais confidentielles produites par des fabricants de satellites et de lanceurs que nous avons eu l'occasion de consulter), la fabrication et le lancement d'un satellite génèrent de l'ordre de 40 000 tCO₂e. Il s'agit d'un satellite valant 270 M€ dont le prix repose essentiellement sur une activité d'ingénierie tertiaire d'une intensité carbone de 150 tCO₂e/M€ (cf base carbone – services faiblement matériel).

Son exploitation repose sur la consommation d'électricité d'un réseau de téléports et sur une activité tertiaire. Le satellite utilisera de l'électricité photovoltaïque produite en autonomie par ses propres panneaux. Nous estimons entre 500 et 1 000 tCO₂e/an/satellite selon la nature de l'électricité du pays depuis lequel il est opéré.

Un satellite génère donc 53 000 tCO₂e sur son cycle de vie de 15 ans et alimente en moyenne 20 millions de foyers qui regardent la télévision en moyenne 3h40 par jour. Ramené à l'heure, cela représente 0,1 gCO₂e/h.

4. LA DIFFUSION MOBILE

En septembre 2022, la consommation de data en 4G est en moyenne de 14,3 Go/mois par utilisateur. Avec 64 millions de carte SIM 4G en circulation à fin 2021, cela totalise 11 Eo en 2022 (11 milliards de Go).

La consommation électrique des réseaux cellulaires est aujourd'hui souvent confidentielle et reste mal connue des acteurs institutionnels comme l'ADEME ou l'ARCEP. « *Des travaux complémentaires seraient nécessaires pour approfondir ces résultats à un niveau plus granulaire. En effet, il n'a pas été possible lors de l'étude de disposer de données plus fines concernant la consommation des réseaux pour chaque segment* »⁹. Les rares données disponibles indiquent une consommation des antennes estimée entre 0,24 kWh et 0,6 kWh / Go¹⁰.

En épluchant minutieusement et en recoupant les données des opérateurs, nous obtenons une consommation de 20 MWh par antenne 4G (valeur stable, calculée à partir des données du rapport RSE d'un opérateur français en 2018, 2019, 2020, 2021). Pour 95 000 antennes en service à fin 2022 en France, cela représente une consommation annuelle d'électricité de 1 900 GWh (soit environ 110 000 tCO₂) et de 0,173 kWh/Go (valeur 3 fois inférieure à celle donnée par l'ARCEP en 2019), soit 10 gCO₂e/Go.

⁹ Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective - Note de synthèse réalisée par l'ADEME et l'Arcep, 19 janvier 2022.

¹⁰ La valeur de 0,6 kWh/Go est issue de l'ARCEP « Réseaux du futur, Note n° 5, L'empreinte carbone du numérique », du 21 octobre 2019. La valeur de 0,24 kWh/Go est donnée par Negaoctet en 2022.

L'infrastructure, fabrication des mats et des antennes, pèse environ 14 gCO₂/Go¹¹. Au total, l'impact carbone du visionnage de la vidéo en données mobiles est d'environ 24 gCO₂e/Go (ce qui équivaut à peu près à **24 gCO₂e/h pour des vidéos visionnées sur smartphone** entre basse définition et 720p).

D'après l'étude de courbes de charge d'antenne 4G, il semblerait que la variation avec le volume de données soit en réalité assez faible. Autrement dit, **un abonnement 4G pèse environ 4 kgCO₂e/an**.

4. LA RECEPTION

Les antennes râteaux

La base carbone de l'ADEME ne propose pas de facteur d'émission pour les antennes râteaux. Une antenne râteau pour un pavillon pèse de 2 à 5 kg selon les modèles. Essentiellement composée d'aluminium, d'acier et de plastique, et de ses câbles de connexion. Le tout étant fabriqué en Chine puis transporté par bateau et route. Nous avons estimé son impact carbone à 30 kg/CO₂e par unité. Amorti sur 20 ans, cela représente 1,5 kgCO₂e/antenne/an ou encore **1,5 gCO₂e/heure de visionnage**.

Les décodeurs TNT

Le poids carbone du décodeur est celui donné dans la base carbone de l'ADEME de 61 kgCO₂e/unité, soit 12 kgCO₂e/an avec un amortissement sur 5 ans. La consommation est de 9 kWh/an, soit 0,5 kgCO₂e/an. Le poids carbone du décodeur est donc de 12,5 kgCO₂e/an pour la France. **Cela revient à 9,5 gCO₂e/h de visionnage**.

5. LE VISIONNAGE

Le poids carbone des équipements de visionnage est évalué pour deux composantes : la fabrication (méthode ACV – analyse cycle de vie) et la consommation d'électricité.

¹¹ Source : <https://www.universfreebox.com/article/519377/free-mobile-se-met-en-regle-avec-la-loi-une-nouvelle-information-est-donnee-a-tous-ses-abonnes-mobile>

Émissions de GES des principaux équipements de visionnage (Base Carbone, France)

Appareil	FABRICATION kgCO ₂ e/unité	FABRICATION kgCO ₂ e / unité / an (selon les durées de vie)	FABRICATION + VISIONNAGE gCO ₂ e / h (pour une DEI de 3h40)
Téléviseur - 30 à 39 pouces	340	68 (5 ans)	60
Téléviseur - 40 à 49 pouces	371	74 (5 ans)	65
Téléviseur - + de 49 pouces	500	100 (5 ans)	87
Vidéo projecteur	133	29 (5 ans)	35
PC portable	156	39 (4 ans)	37
PC fixe - bureautique	169	42 (4 ans)	42
PC fixe - haute performance	296	74 (4 ans)	69
Tablette - classique	63	16 (4 ans)	14
Tablette - détachable	82	21 (4 ans)	18
Tablette - mini	41	10 (4 ans)	9
Smartphone < 4,5 pouces	28	9 (3 ans)	8
Smartphone de 5 pouces	33	11 (3 ans)	9
Smartphone > 5,5 pouces	39	13 (3 ans)	11

L'impact carbone du visionnage varie entre les supports (une dizaines de gCO₂e par heure pour un smartphone, contre plus de 60 gCO₂e/h pour un téléviseur). Cet impact carbone est généré entre 80% et 90% par la fabrication du support. La consommation électrique des appareils étant peu significative en France (avec un facteur d'émission de l'électricité de 60 gCO₂/kWh).

5. ET MOI, AU QUOTIDIEN

Je peux réduire mon empreinte carbone et influencer sur l'offre commerciale et les décisions politiques :

- Par mes comportements d'achat :
 - o Privilégier le matériel reconditionné, réparable et en prendre soin ;
 - o Changer moins souvent d'appareil et augmenter la durée de vie de mes appareils (un smartphone est remplacé en général tous les 2 ou 3 ans) ;
 - o Préférer acheter un vidéoprojecteur (qui a nécessité beaucoup moins d'énergie et de ressource) qu'une TV ;
 - o M'interroger sur mes besoins et mes usages.
- Par mon usage d'internet en général:
 - o Choisir des résolutions adaptées à mes besoins. Pour la plupart des supports et des contenu, il n'est pas nécessaire de regarder les vidéos en HD et au delà ;
 - o Pour écouter de la musique, préférer le téléchargement, les plateformes audio ou radio, plutôt qu'un clip dont je ne regarde pas la vidéo ;
 - o Désactiver la lecture automatique sur les réseaux sociaux ou les plateformes vidéo et reprendre ainsi le contrôle de mon visionnage (et gagner quelques heures de sommeil !).

- Au cours de visioconférences, couper ma caméra lorsque je ne prends pas parole et aussi éviter les fonds floutés ou avec arrière plan (très gourmands en bande-passante) ;
- N'utiliser le VPN que lorsque j'ai un vrai besoin d'anonymat.
- Pour regarder un film :
 - Le chercher d'abord à la médiathèque ;
 - Regarder en direct plutôt qu'en replay.
- Par mon usage du smartphone :
 - Privilégier systématiquement le réseau filaire plutôt que les réseaux mobiles (3G, 4G). En réduisant mon usage de données mobiles, je questionne le déploiement de la 5G. Je limite ainsi également l'encombrement de la bande passante pour les usages plus importants (enseignement, médecine, service public...).
 - Désactiver les données mobiles par défaut, ou bien activer l'économiseur de données pour empêcher certaines applications de recevoir des données en permanence.

Cette note a été co-rédigée par Damien, Olivier et Oscar de l'équipe d'Objectif Carbone,
cabinet de conseil en stratégie énergie-climat.

Une réaction, un commentaire, une précision : info@objectifcarbone.org



www.objectifcarbone.org

