

ecoPROD

FICHE THÉMATIQUE 5

TRANSMISSION, DIFFUSION ET DONNÉES NUMÉRIQUES



Guide pour une captation sportive
éco-responsable

2025


**MINISTÈRE
DES SPORTS,
DE LA JEUNESSE
ET DE LA VIE
ASSOCIATIVE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

enedis


SPORT 1.5



PRÉSENTATION DE LA THÉMATIQUE ET DES ENJEUX

INDICATEURS

Les chaînes de transmission et de diffusion audiovisuelle mobilisent un ensemble complexe et interconnecté d'infrastructures techniques, incluant notamment les centres de données (datacenters) pour le traitement, l'encodage et le stockage des contenus numériques, ainsi que les réseaux de télécommunication (fibre optique, satellite, hertzien, réseaux mobiles) pour leur distribution.

Ces infrastructures reposent sur des ressources matérielles et énergétiques importantes. L'empreinte environnementale associée dépend à la fois de la consommation d'énergie en phase d'exploitation, et des impacts indirects liés à la fabrication et au renouvellement des équipements terminaux et des réseaux.

Dans le contexte spécifique de la production et de la diffusion de spectacles audiovisuels sportifs, les leviers d'optimisation environnementale se situent principalement au niveau :

- du choix des formats de diffusion (résolution, fréquence d'image, HDR),
- du poids des images et des sons (technologies de compression et de codecs),
- et des réseaux de transmission mobilisés.

S'intéresser aux données numériques produites doit permettre également de freiner les effets d'entraînement technologiques, en évitant notamment l'obsolescence accélérée des équipements côté utilisateurs.

Au total, les émissions de CO₂ du secteur numérique associées aux usages audiovisuels en France en 2022 représentent près de 1 % de l'empreinte carbone totale de la France, et près de 3 % de la consommation électrique française²¹.

D'après l'ADEME, si la tendance actuelle de consommation de contenu se poursuit, les émissions GES des usages audiovisuels augmenteront d'environ 30 % d'ici 2030. Pourtant, en alliant éco-conception et mesures de sobriété, ces émissions pourraient alors baisser d'un tiers par rapport à 2022.



50 tCO₂e/h

L'impact d'une heure de streaming vidéo se situe en moyenne autour de 50gCO₂e.



+10%

Le visionnage d'une vidéo en UHD-4K augmente la consommation d'énergie finale de +10 % par rapport à la HD.



+30%

La diffusion audiovisuelle des réseaux mobiles augmente l'impact carbone du visionnage de 30 % en moyenne par rapport à la TNT.

²¹ Les usages audiovisuels étudiés représentent 2,9 % de la consommation électrique de la France, soit 13 TWh, et 0,9 % de son empreinte carbone. Soit près de 5,6 MtCO₂e sur l'année de référence 2022. <https://www.arcom.fr/sites/default/files/2024-10/Arcom-arcep-ademe-etude-impact-environnemental-des-usages-audiovisuels.pdf>



LES RÉSEAUX DE TRANSMISSION

Les réseaux de transmission permettent le transport des signaux audiovisuels, reliant les dispositifs de captation aux centres de production et de diffusion. Leur utilisation avec des considérations environnementales nécessite d'étudier les impacts liés à leur mise en place (infrastructures, déploiement) et ceux associés à leur utilisation (consommation énergétique, émissions indirectes). Les principales technologies actuellement employées peuvent être caractérisées comme suit :

Transmissions satellitaires

Leur déploiement requiert la mise en orbite de satellites, une opération particulièrement intensive en énergie et génératrice d'émissions de gaz à effet de serre importantes au stade initial. Les émissions carbone du lancement d'un satellite en basse orbite sont d'environ 1750 tCO₂e selon une étude universitaire récente²². Une fois en service, la transmission reste énergivore en comparaison avec des alternatives terrestres.

Faisceaux hertziens (HF)

Utilisés principalement pour des liaisons temporaires en contexte de production mobile, les besoins en infrastructures relais qui en dépendent, notamment aériennes (ex. : avions relais), entraînent une intensification significative des émissions de CO₂ des liaisons HF.

Réseaux cellulaires (4G/5G)

Reposant sur des infrastructures de télécommunication déjà massivement implantées, ces réseaux peuvent être mobilisés pour la transmission audiovisuelle. À volume de données équivalent, leur efficacité énergétique est inférieure à celle de la fibre optique, mais leur utilisation ponctuelle présente un impact moindre que les solutions satellitaires ou hertziennes aériennes.

Réseaux câblés (fibre optique)

L'essentiel de leur impact environnemental est concentré dans la phase d'installation (fixe ou temporaire). En phase opérationnelle, la fibre optique offre une transmission à très faible intensité énergétique par unité de données transférée, constituant à ce jour l'option la plus performante et la plus sobre sur le plan environnemental.

Dans le cadre de productions audiovisuelles sportives itinérantes, il est impératif de hiérarchiser les choix technologiques selon leur impact environnemental. Ainsi, les réseaux terrestres (fibre, mobile) doivent être favorisés systématiquement en première intention, et les solutions satellitaires ou hertziennes couplées à des moyens aériens ne doivent être mobilisées qu'en dernier recours, lorsque les contraintes opérationnelles l'exigent.

²² Kukreja, R., Oughton, E. J., & Linares, R. (2025, April). Greenhouse Gas (GHG) Emissions Poised to Rocket: Modeling the Environmental Impact of LEO Satellite Constellations. EarthArXiv. Preprint. <https://doi.org/10.31223/X5K63J>

L'IMPACT DES RÉSEAUX DE DIFFUSION

D'une manière générale, les réseaux numériques bénéficient d'un fort effet d'amortissement de leur empreinte carbone, dans la mesure où leurs infrastructures servent à transporter un grand volume de données pour de nombreux usages simultanés. L'impact de leur construction, installation et consommation énergétique est donc très limité lorsqu'il est rapporté à une durée d'utilisation ou un volume de gigaoctets transférés précis.

Les diffusions de type « broadcast » (infrastructures TNT), ont des impacts unitaires plus faibles que le streaming sur des réseaux fixes et mobiles (via internet)²³. En effet, pour ces premiers, la quantité d'infrastructures (antennes) et la consommation électrique ne dépendent pas du nombre d'utilisateurs, mais du taux de couverture du territoire. Une fois déployés, les signaux TNT sont diffusés en continu, et peuvent être réceptionnés par un grand nombre d'utilisateurs à la fois, ce qui amortit largement l'empreinte de leur mise en service.

Au contraire, la diffusion des contenus audiovisuels en streaming sur internet (OTT) génère une sollicitation spécifique du réseau pour chaque terminal connecté, et induit une consommation électrique individuelle.

Ainsi, à usage égal (par exemple pour une heure de visionnage), la TV linéaire TNT a un impact environnemental (40 gCO₂e/h) qui est 30 % plus faible que la vidéo à la demande sur visionnée sur un réseau mobile (52 gCO₂e/h).

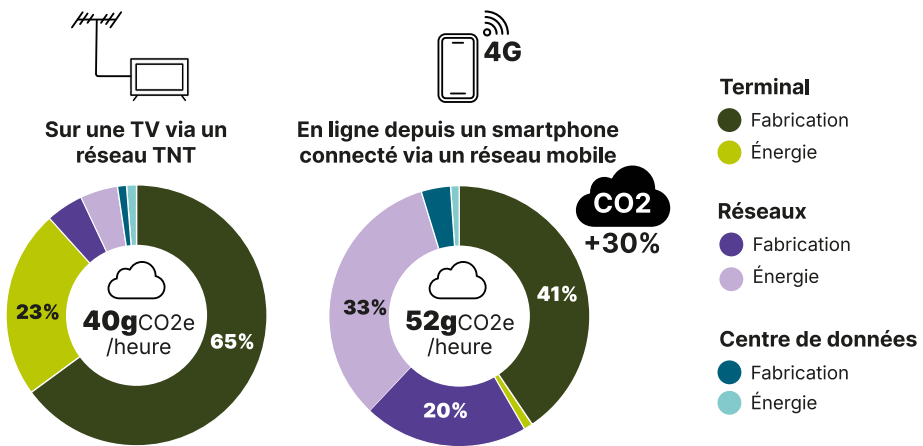


Fig. 37 : Comparaison de l'impact du visionnage de 1 heure de vidéo - Source : Arcom, Acrep, Ademe

Toujours d'après l'étude Arcep/Arcom, le streaming vidéo sur réseau mobile (4G/5G) a un impact carbone 4 fois plus élevé que sur réseau fibre.

²³ Arcom, Arcep, ADEME (2024, octobre). Étude de l'Impact Environnemental des Usages Audiovisuels en France. Pour plus de détails sur la méthode de calcul, voir le paragraphe 8.1.2 de l'étude : <https://www.arcom.fr/sites/default/files/2024-10/Arcom-arcep-ademe-etude-impact-environnemental-des-usages-audiovisuels.pdf>



CHOIX DU FORMAT D'IMAGE ET DES CODECS

L'augmentation de la qualité de l'image visionnée s'accompagne nécessairement d'une augmentation de la sollicitation des réseaux et des centres de données, et se traduit par une augmentation des consommations d'énergie au global.

Le visionnage d'une vidéo UHD en ligne engendre une augmentation de la sollicitation des réseaux et centres de données, se traduisant par une surconsommation de 10 % d'énergie lors du visionnage du contenu par rapport au visionnage d'une vidéo en HD.

La quantité de données transmises lors de la lecture d'une vidéo dépend non seulement de sa résolution, mais aussi du codec utilisé. Un codec plus performant permet de réduire le volume de données à transférer pour une même durée de programme. Ces codecs plus perfectionnés demandent généralement davantage de puissance d'encodage et entraînent une consommation d'énergie légèrement supérieure sur le terminal de l'utilisateur au décodage. Malgré cette augmentation de la consommation électrique côté terminal, l'allègement du transfert de données permet au global d'obtenir un bilan environnemental bénéfique en faveur des nouveaux codecs plus efficaces.

Pour limiter l'impact du contenu diffusé en ligne, le choix optimal est donc de proposer un contenu avec une résolution adaptée au médium de diffusion (éviter l'UHD) dans un codec performant.

UHD 4K EN TÉLÉVISION : UN GAIN DE QUALITÉ PERÇUE LOIN D'ÊTRE GARANTI

Dans une étude subjective de qualité perçue conduite par Orange Labs en 2017²⁴, les chercheurs se sont intéressés à évaluer la capacité des téléspectateurs à apprécier l'apport de qualité visuelle d'une diffusion ultra-HD (UHD 4K).

Un panel de 27 spectateurs (16 hommes et 11 femmes), justifiant d'une acuité visuelle normale testée, placés à la distance de 1,30 mètre d'un écran de télévision OLED 65" calibré, doivent évaluer la perception d'une paire de séquences vidéo, en notant la qualité perçue sur une échelle continue (équivalente à excellent, bon, moyen, médiocre, mauvais). Parmi cette paire de séquences, une séquence est présentée aléatoirement non compressée, et l'autre dégradée en HD et UHD avec différents niveaux de compression.

Les résultats démontrent un rôle très relatif de l'augmentation de la résolution dans l'apport de qualité perçue. Pire, à bas débit (3 et 6 Mbps), les artefacts de compression dominant et annulent l'apport de l'ultra haute résolution (UHD), alors perçue moins bonne que la HD.

L'étude suggère ainsi que l'augmentation de la résolution doit nécessairement s'accompagner d'une augmentation du débit de diffusion pour offrir un bénéfice réel sur la qualité perçue par le télé-spectateur.

Diffuser avec des débits numériques plus élevés pour servir les usages en haute résolution contribue à l'augmentation de l'empreinte carbone de la production audiovisuelle des prestations sportives.

²⁴ Vedad Hulusic, Giuseppe Valenzise, Jérôme Fournier, Jean-Charles Gicquel, Frederic Dufaux. Quality of Experience in UHD-1 Phase 2 television: the contribution of UHD+HFR technology. 19th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP), Oct 2017, London-Luton UK

DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES LOURDES D'IMPACT

L'évolution rapide des technologies de captation et de diffusion audiovisuelle présente des implications significatives sur les modes de consommation et le renouvellement des équipements des téléspectateurs. L'adoption de nouvelles normes incompatibles avec les terminaux existants ou de formats qui entraînent une obsolescence psychologique marketing fréquemment prématurée des appareils, contribue à un cycle de consommation accéléré et à des impacts environnementaux indirects des captations sportives.

Le baromètre 2022 sur la diffusion des équipements numériques et l'évolution de leurs usages²⁵, réalisé pour le compte de l'Arcom et d'autres institutions, indique que **plus de la moitié des individus interrogés ont remplacé leur téléviseur principal alors qu'il était encore fonctionnel**. Cette observation illustre un phénomène de renouvellement induit par l'innovation, non compatible avec les objectifs de décarbonation du secteur audiovisuel.

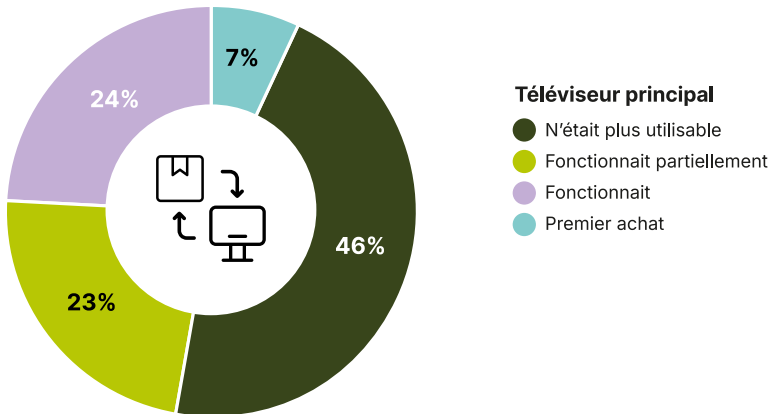


Fig. 37b : Plus de la moitié des individus interrogés ont remplacé leur téléviseur principal alors qu'il était encore fonctionnel - Baromètre CRÉDOC

²⁴ Vedad Hulusic, Giuseppe Valenzise, Jérôme Fournier, Jean-Charles Gicquel, Frederic Dufaux. Quality of Experience in UHD-1 Phase 2 television: the contribution of UHD+HFR technology. 19th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP), Oct 2017, London-Luton UK

²⁵ CRÉDOC, Pôle Société. (2022). Baromètre du numérique : Édition 2022 – Enquête sur la diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française. Réalisé pour le Conseil Général de l'Économie (CGE), l'Arcep, l'Arcom et l'ANCT. https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-barometre-numerique-edition-2022-Rapport.pdf Infographies du baromètre CREDOC et pilotée par l'Arcep, l'Arcom, le CGE et l'ANCT. Édition 2022» : <https://www.arcep.fr/cartes-et-donnees/nos-publications-chiffrees/barometre-du-numerique/le-barometre-du-numerique-edition-2022.html>



RECOMMANDATIONS

Reco n° 1 : Optimiser le poids et la quantité de données transférées

Le poids des contenus diffusés est dépendant des choix de réalisation et des moyens techniques choisis. Afin de limiter ce poids, il est possible de limiter l'usage des technologies d'images à ultra haute définition et de faire preuve de sobriété quant aux moyens mis en œuvre.

En amont des événements :

- Réaliser des tests et preuves de concepts pour objectiver le gain réel d'une augmentation de qualité de l'image pour l'expérience spectateur
- S'accorder avec le détenteur de droit sur les besoins spécifiques en termes de qualité d'image, en fonction de l'enjeu de la captation et sur la base de ces expérimentations et retours d'expérience

Dans les choix de réalisation et choix techniques pour l'évènement :

- Limiter le nombre de caméras hautes vitesses destinées aux ralentis, réserver ces caméras aux emplacements des actions clés,
- Dans la mesure du possible, privilégier des codecs avec des débits de données plus légers
- Limiter l'habillage autour de l'image afin d'alléger le poids du contenu diffusé

Reco n° 2 : Choisir les moyens de transmission et de diffusion les moins impactants

Transmission :

- Privilégier l'usage des réseaux terrestres (fibres et mobiles) devant les solutions satellitaires ou hertziennes.

Diffusion :

- Privilégier la diffusion en direct plutôt que la vidéo à la demande.
- Limiter la disponibilité en durée des spectacles audiovisuels sportifs sur les plateformes de visionnage en ligne.
- Pour le spectateur : privilégier l'usage des réseaux fixes devant les réseaux mobiles.

Reco n° 3 : Éviter les innovations qui nécessitent au téléspectateur de renouveler ses appareils et privilégier les formats compatibles avec les équipements existants.

L'augmentation de la qualité de l'image retransmise est un facteur majeur de renouvellement du matériel des spectateurs. Il est donc nécessaire d'éviter les innovations qui motivent le renouvellement des terminaux en les rendant obsolètes.

De multiples actions pourront être envisagées telles que :

- Nommer un responsable de la démarche numérique responsable ;
- Réaliser un diagnostic des impacts sociaux et environnementaux liés à l'usage des équipements numériques ;
- Intégrer le sujet du numérique responsable dans sa politique d'achats ;
- Eco-concevoir ses services numériques (choix des logiciels, accessibilité, utilité...) ;
- Optimiser le poids des contenus numériques poussés sur les réseaux sociaux ;
- Former au numérique responsable l'ensemble du personnel concerné et sensibiliser les salariés, bénévoles, volontaires aux éco-gestes numériques.

Retours d'expériences :

- M6 a diffusé l'Euro 2024 en HD 1080p50 HDR et non 4K, alliant sobriété énergétique et économies financières.
- ATP Media, la branche diffusion de l'ATP World Tour, a produit et distribué un flux de test HDR 1080p50 lors des Next Generation ATP Finals à Milan en novembre 2018. Ce test s'inscrivait dans une démarche de comparaison et d'expérimentation des productions en 4K par rapport aux productions 1080p50 HDR. À l'issue des Next Gen ATP, ATP Media conclut : "le HDR 1080p50 plutôt que le HDR 4K offrirait plus efficacement les avantages du HDR aux radiodiffuseurs et aux téléspectateurs." Pour aller plus loin : Fergal Ringrose, SVG NEWS Europe. (2018, novembre). Live from Milan: ATP Media and Gearhouse Broadcast test 1080p/50 HDR workflow at Next Gen ATP Finals [Article] <https://www.svg europe.org/blog/headlines/live-from-milan-atp-media-and-gearhouse-broadcast-test-1080p50-hdr-workflow-at-next-gen-atp-finals/>
- L'European Broadcasting Union (EBU) dresse le constat suivant (2024) : "La résolution 4K est une évolution naturelle, qui dépend fortement des cycles de remplacement des équipements. L'équipement de production est disponible. Les arguments de coût sont une des principales raisons pour lesquelles de nombreux diffuseurs et producteurs d'événements ont opté pour le 1080p/50 plutôt que le 2160p/50 pour l'instant". Pour aller plus loin : [UHDTV | EBU Technology & Innovation](#)



- La société de production NEP Group indique que “pour le 4K, la diffusion reste un obstacle majeur. Beaucoup de plateformes et de diffuseurs ne sont pas encore prêts à transmettre du contenu en 4K, ce qui limite l’intérêt d’une telle production si elle ne peut pas être correctement diffusée au public. En revanche, le 1080p HDR est plus facilement adopté dans les productions, car il est plus compatible avec les infrastructures existantes et les plateformes de diffusion. [...] Le passage au 1080p HDR est souvent vu comme une solution plus accessible qui ne nécessite pas une refonte complète de l’infrastructure.” Pour aller plus loin : [Considerations for working in 4K and 1080p HDR](#)

Reco n°4 : Mesurer ses émissions et valoriser sa démarche dans l’outil Carbon’Clap d’Ecoprod

Les données techniques relatives à la transmission des signaux de production (image et son) sur les réseaux (fibre, hertzien, satellite, 4G, 5G) ne sont pas spécifiquement modélisées dans l’outil Carbon’Clap. Toutefois, il est important d’en tenir compte pour évaluer leur impact, et pour cela, il est conseillé d’indiquer les activités relatives aux transmissions vidéo à l’aide d’un flux monétaire dans la section :

Moyens techniques de production > Régies de production et car-régies > Type de dispositif technique > Car de transmission > Montant de la prestation technique (hors salaires).

Régies de production et car-régies

Nom du dispositif * Transmission vidéo

Type de dispositif technique * ? Car de transmission

Comment souhaitez-vous mesurer l'activité ? *

Type de dispositif technique Montant de la prestation

Montant de la prestation technique * ?
(hors salaires)

15 000 €

Fig. 38 : Mesure de la transmission vidéo dans Carbon'Clap

RESSOURCES COMPLÉMENTAIRES

Guide Numérique responsable de Paris 2024 :

- Paris 2024. Olympic Games Organizing Committee (2023). La stratégie numérique responsable de Paris 2024 https://library.olympics.com/Default/doc/SYRACUSE/3415286/la-strategie-numerique-responsable-de-paris-2024-comite-d-organisation-des-jeux-olympiques-et-paraly?_lg=en-GB#detail-notice-avis

Travaux de l'Arcom, Arcep et l'ADEME :

- Impact carbone (gCO₂e/heure) d'un usage d'1 heure sur le réseau fixe ou mobile selon le débit. L'étude complète : Arcom, Arcep, ADEME, "Étude de l'impact environnemental des usages audiovisuels en France", octobre 2024, page 139, <https://www.arcom.fr/sites/default/files/2024-10/Arcom-arcep-ademe-etude-impact-environnemental-des-usages-audiovisuels.pdf>

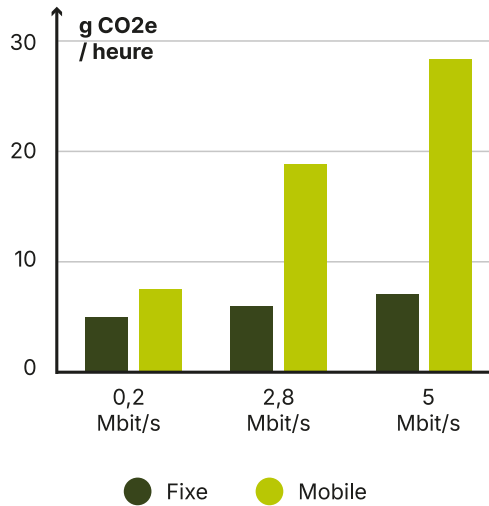


Fig. 39 : Comparaison de l'impact carbone d'une heure de vidéo visionnée sur le réseau fixe ou mobile - Source : Arcom, Acrep, Ademe

RESSOURCES COMPLÉMENTAIRES

- Impact carbone (gCO₂e) du visionnage d'une vidéo en ligne sur une plateforme de partage de vidéos en HD, sur un smartphone connecté à internet via réseau mobile, en fonction des différentes définitions et codecs.

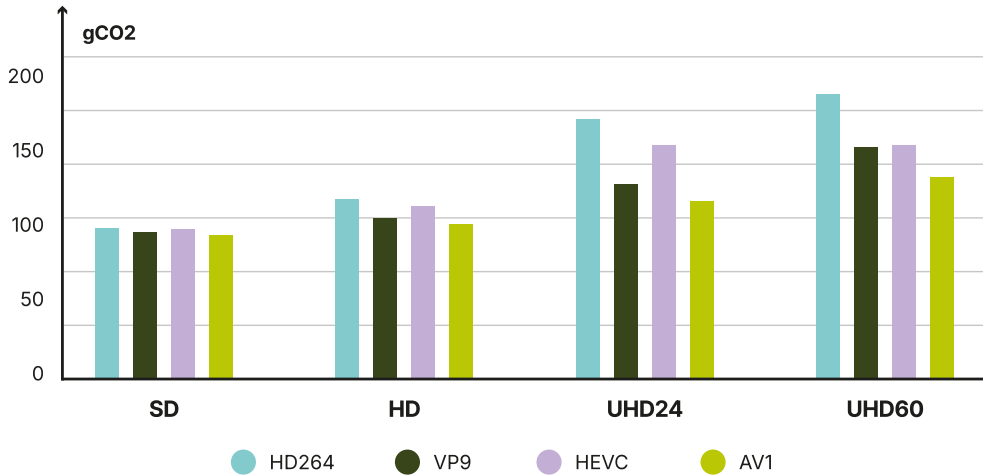


Fig. 40 : Comparaison de l'impact carbone du visionnage d'une vidéo en ligne sur une plateforme de partage de vidéos - Source : Arcom, Acrep, Ademe

Travaux de CANAL+ et Greenspector :

- L'impact en équivalent CO₂ moyen par type d'accès pour 1 heure de programme (avec les hypothèses où la fabrication des infrastructures Satellite, TNT, réseau et d'hébergement des serveurs n'a pas été prise en compte). Lien de l'étude complète : <https://greenspector.com/fr/impact-video-canal/>

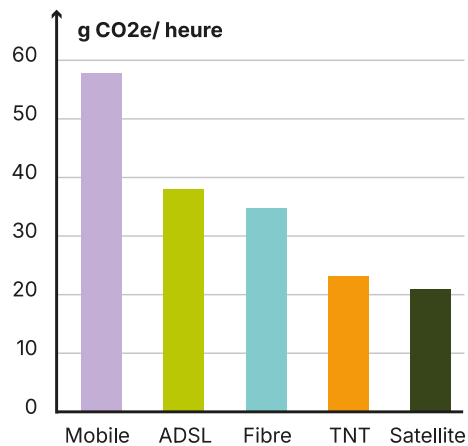


Fig. 41 : Comparaison de l'impact carbone de la diffusion de 1 heure de programme en fonction du type de connexion - Source : Greenspector & Canal+