



Association des
Professionnels en
Conseil Climat Energie
et Environnement

Comment quantifier l'impact des services numériques ?



Webconf APCC n°64
17 novembre 2022 à 11h



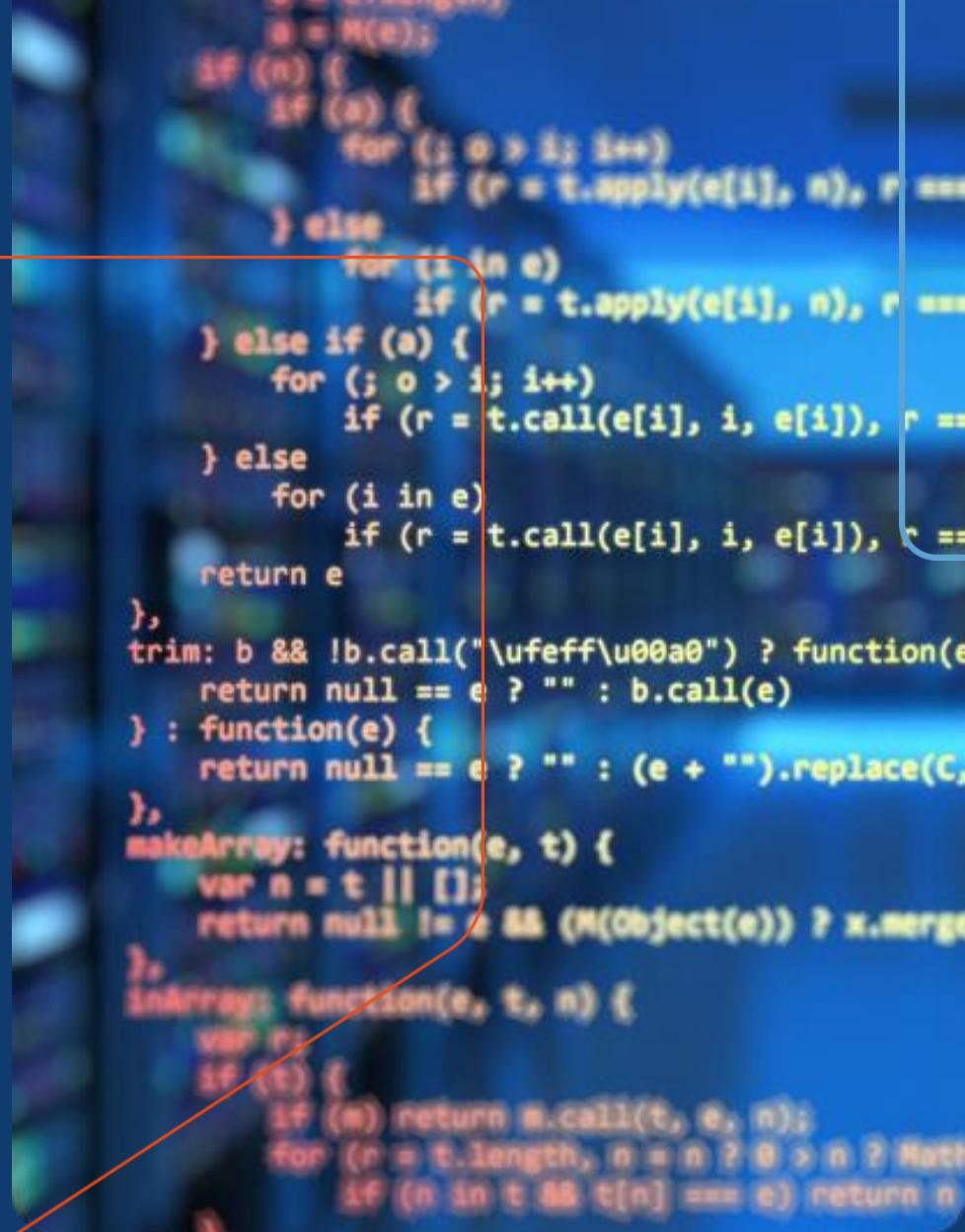
Co-financé par



En partenariat avec



Membre APCC



Intervenant-e-s



- Julia MEYER,
Ingénieure
numérique
responsable,
ADEME



- Alexis
BURGUBURU,
Consultant senior
ACV, I Care



- Tom NICO, Chef
de projet sobriété
numérique, I Care



- Léo GENIN,
directeur, I Care



Agenda

- Introduction (2')
- Rappels sur l'impact environnemental du numérique (10' - ADEME)
- Cadre réglementaire et généralités sur l'évaluation environnementale des services numériques : généralités, PCR services numériques, travaux en cours... (10' - ADEME)
- Q/R (15')
- Présentation des résultats de l'évaluation de l'impact environnemental de la digitalisation des services culturels (25' - I Care)
- Recommandations à destination des fournisseurs et utilisateurs de services numériques culturels, sur la base de l'étude réalisée (10' - I Care)
- Q/R (15')

Introduction

- **Qu'est-ce que l'APCC ?**

Association des Professionnels en Conseil Climat,
Energie et Environnement

- **Posez vos questions !**

Tout au long de la webconférence, posez vos questions par écrit dans le module Q&R. Ces questions seront traitées au fur et à mesure par les intervenant.e.s.

Toutes les questions pertinentes non répondues à la fin de la webconférence recevront une réponse écrite à posteriori.

- **Slides et Replay**

Les slides et le replay seront disponibles quelques heures après la fin de le webconf', sur le site de l'APCC. Vous serez notifié par mail dès la mise en ligne de ces éléments

BearingPoint et I Care ont uni leurs forces pour multiplier l'impact positif des plans stratégiques et des projets de gestion de la transformation.

“Because our impact matters”



I Care, **cabinet de conseil en environnement**, accompagne ses clients (entreprises, acteurs financiers et secteur public) dans leur démarche de transition écologique.

I Care s'est distingué en développant **des méthodes et outils innovants** pour **quantifier la performance** des acteurs dans le domaine de la **transition bas carbone et de l'empreinte biodiversité**.

Alliant **compétences scientifiques** et **conseil en stratégie**, I Care s'est positionné comme un acteur de référence dans l'accompagnement des organisations pour **la définition et la mise en œuvre de leurs stratégies environnementales**.

BearingPoint. “Together we are more than business”

BearingPoint est un **cabinet de conseil en management et en technologie**. Société de conseil aux racines européennes et à l'empreinte mondiale, BearingPoint dispose **d'équipes sectorielles et fonctionnelles** pour couvrir l'ensemble des fonctions et des secteurs d'activité de ses clients.

Avec plus de 1000 collaborateurs en France et 4300 en Europe, BearingPoint dispose **depuis 2010 d'une équipe dédiée au développement durable** : accompagnement des entreprises et des acteurs publics dans leurs **stratégies, numérique responsable et sa solution de calcul des émissions carbone en partenariat avec SAP**.



EXPERTISE SUR LES ENJEUX CLIMATIQUES, LA BIODIVERSITÉ ET L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE



Répondre au défi d'une transformation impactante pour nos clients



Combiner l'expertise technique et de transformation



Une équipe de spécialistes du développement durable et de la transformation
100+ employés en France
200+ en Europe



Mettre la transition écologique et sociale au cœur de la stratégie des acteurs



Devenir un acteur de référence du développement durable en Europe



6 expertises « Impact » sur les enjeux environnementaux et sociaux

Climat

Nous sommes un **leader stratégique et méthodologique reconnu dans le domaine des stratégies à faible émission de carbone** : atténuation ou adaptation au changement climatique.



Stratégie Climat



Réduction des émissions à l'horizon 2030



Alignement des stratégies climatiques régionales

Environnement

L'approche globale, structurée selon les principes de **l'analyse du cycle de vie**, permet de concevoir des produits et des services ayant **un impact réduit sur l'environnement**.



Analyse de Cycle de Vie des produits



Modèle ACV de site de construction



Fiches d'impact sectoriels

Biodiversité

Nous sommes des pionniers dans **l'élaboration de stratégies biodiversité et dans la mesure de l'empreinte biodiversité**, le deuxième enjeu le plus importante après le changement climatique.



Diagnostic Biodiversité



Mise en œuvre d'une stratégie de biodiversité



Préservation de la biodiversité dans l'industrie textile

Impact Social

Nous aidons les entreprises à **s'approprier les enjeux sociaux** : engagement des salariés, changement des comportements, égalité des usages, etc.



Lancement de solutions sociales et environnementales



Renforcement ESG

Économie Circulaire

Nous aidons nos clients à saisir les opportunités offertes par **la transition d'une économie linéaire à une économie circulaire**, source d'opportunités pour toutes les industries.



Étude sur l'économie circulaire



Étude prospective dans les domaines de l'économie circulaire

Développement Durable

Nous accompagnons nos clients dans **la définition d'approches globales durables** qui combinent les **enjeux environnementaux avec des objectifs sociaux et de gouvernance** et répondent à des exigences de plus en plus fortes : TCFD, Taxonomie, SFRD, etc.



Système ODD d'Amérique Latine



Analyse d'impact ODD



1

Rappel sur l'impact environnemental du numérique

Quelques chiffres...

- 39 milliards d'équipements dans le monde
- 4,1 milliards d'utilisateurs
- 223 millions de tonnes d'équipements (5 fois le parc automobile français)
- 1,1 milliard de box et 10 millions d'antennes relais
- 67 millions de serveurs
- 20 milliards d'objets connectés (48 en 2025)

Equipements IT



Datacenter



Cloud



Réseaux de télécommunication



Système d'information

Téléphonie
Impression
Réseaux
Poste de travail
Datacenter
Services cloud
...

Application

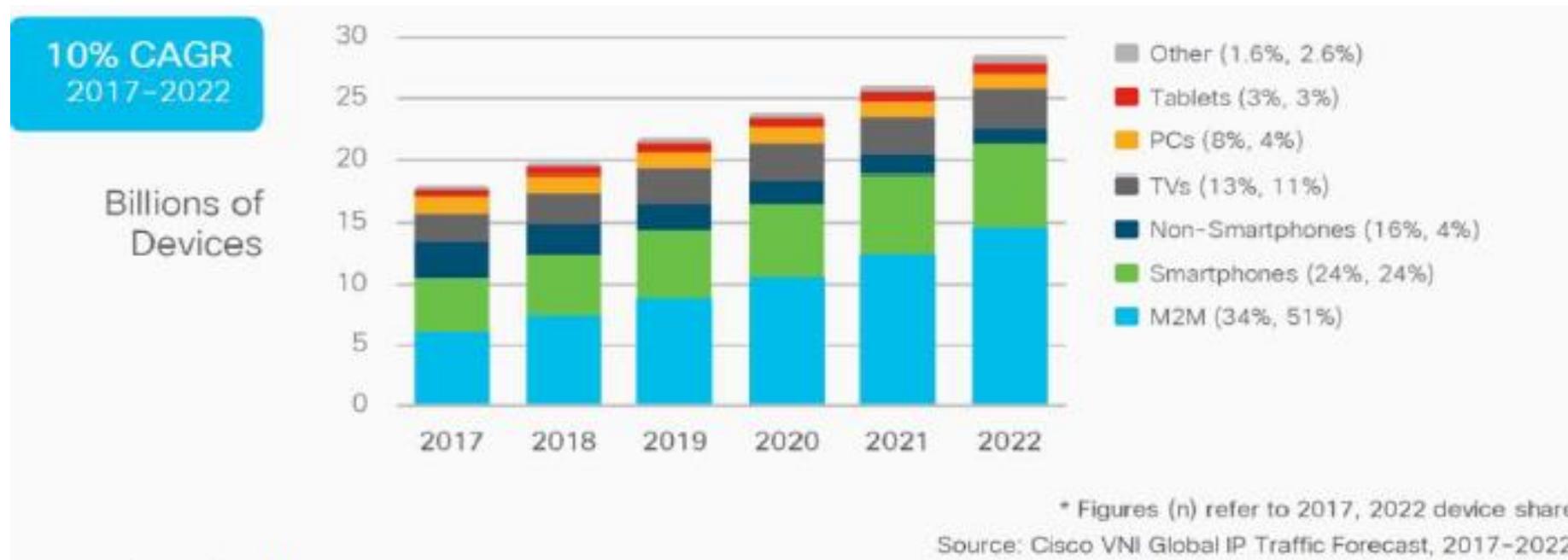
B to C
Messagerie
Plateforme de webconférence
Vente en ligne

B to C
Usages métiers
CRM
ERP
Outils collaboratifs

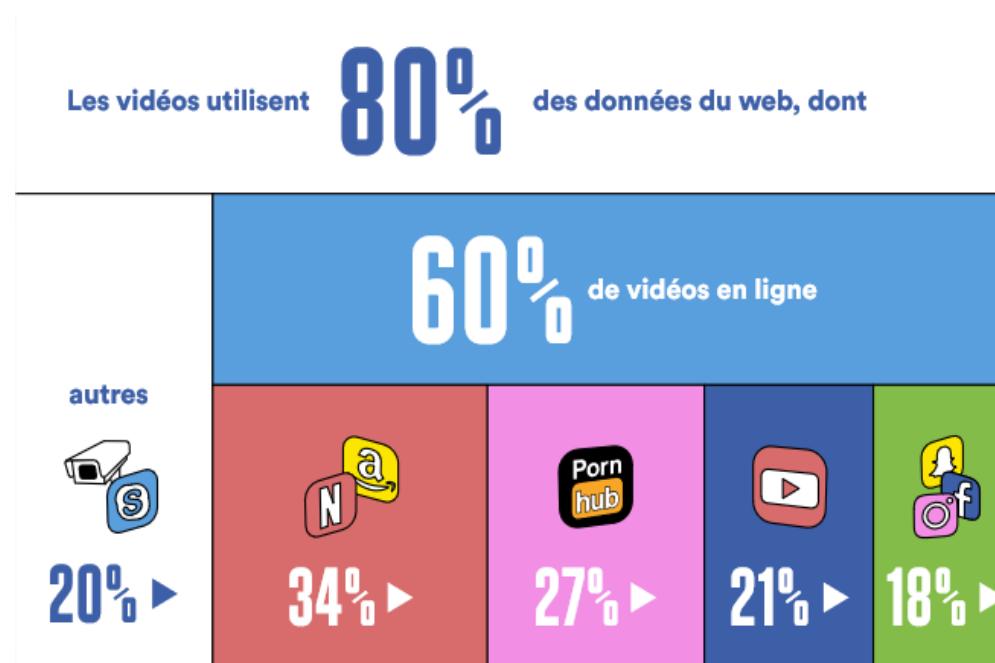
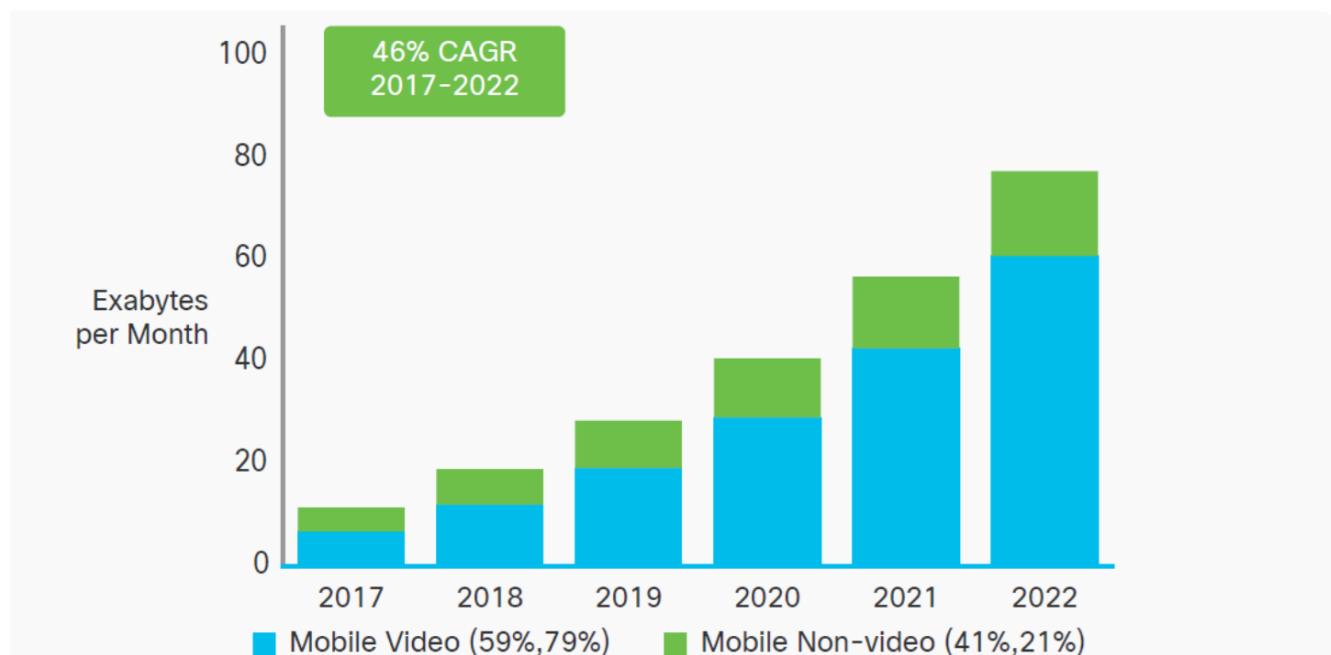
Usage

Envoyer un mail
Regarder une vidéo en streaming
Réserver un billet de train
Participer à une visio de 45 mins

Des équipements de plus en plus nombreux

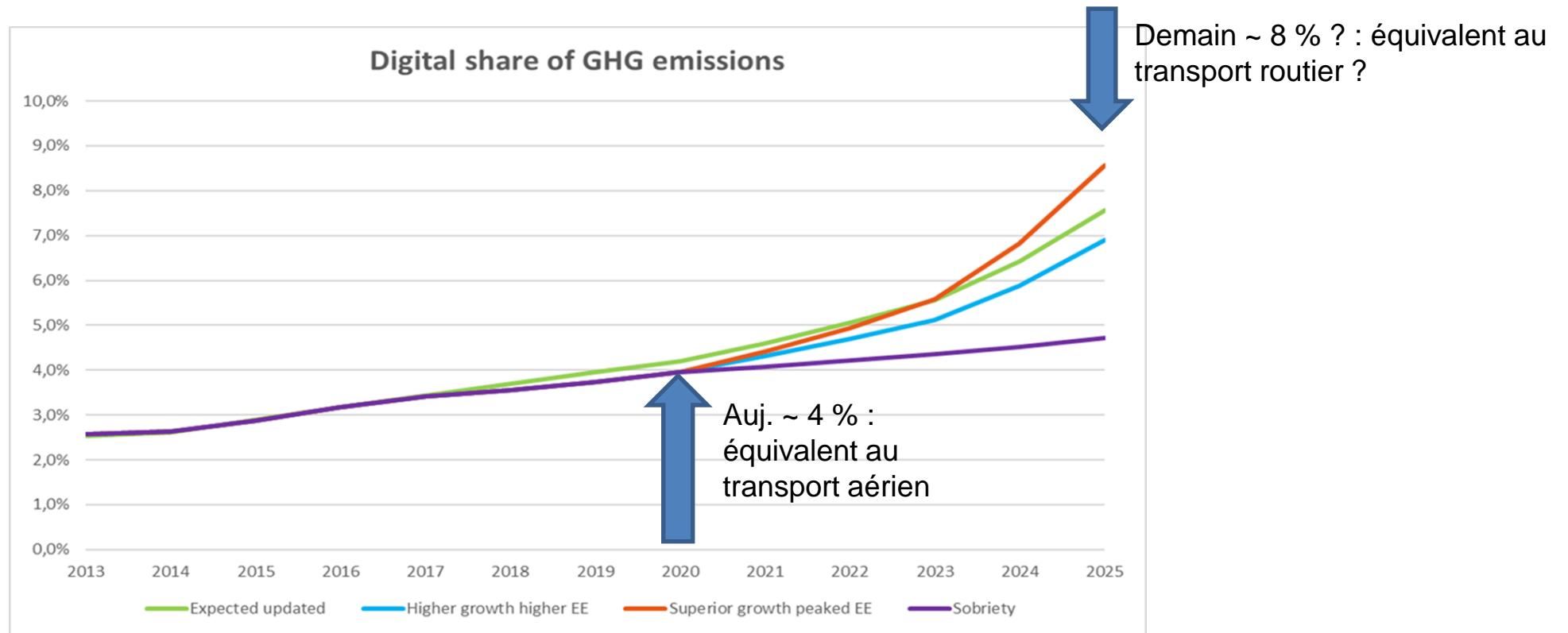


S'échangeant de plus en plus de données



Une consommation de données qui augmente, en particulier en raison du développement des vidéos

Emissions de gaz à effet de serre du numérique à l'échelle mondiale

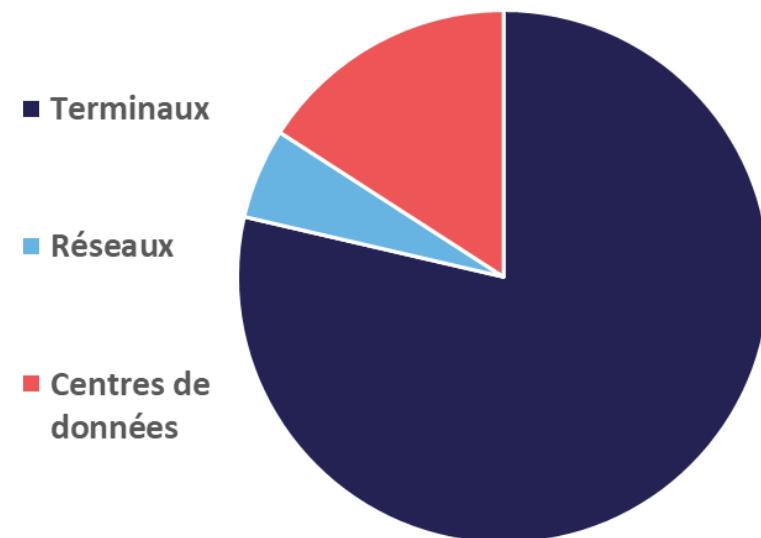


Impacts environnementaux du numérique en France

L'empreinte carbone du numérique en France :
17 Mt CO2 eq. soit 2,5 % de l'empreinte nationale

Cette empreinte carbone provient :

- **des terminaux (79 %) ;**
- puis des centres de données (16 %) ;
- et enfin des réseaux (5 %).



Part de l'empreinte carbone associée à
chaque brique du numérique

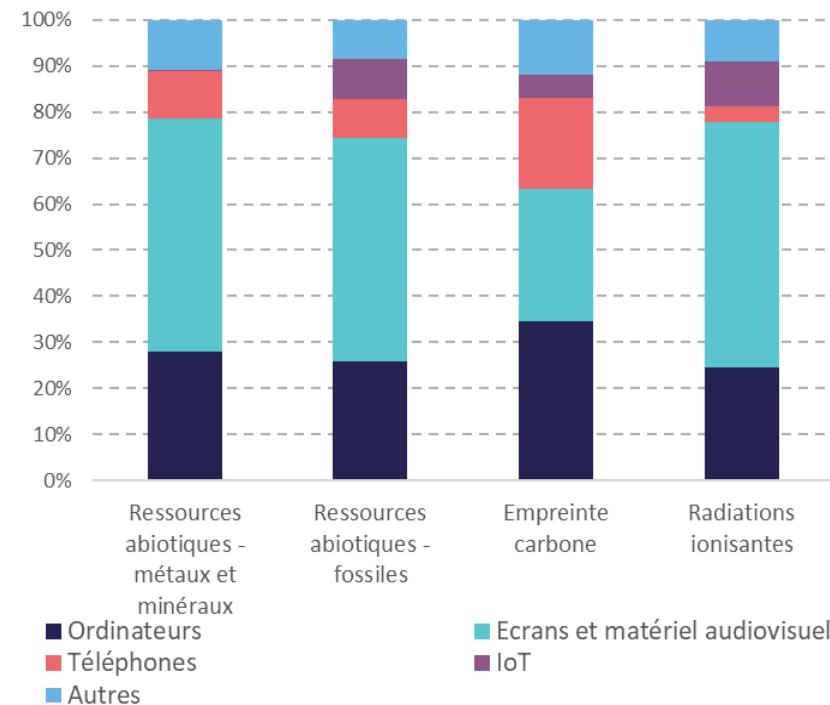
Les terminaux représentent de 65 % 90 % de l'impact



Les terminaux représentent de 65 % à plus de 90 % de l'impact pour chaque critère environnemental évalué.

La catégorie « écrans et matériel audiovisuel » emporte la majorité des impacts pour tous les indicateurs (en particulier les téléviseurs).

Les mesures visant **l'allongement de la durée d'usage des terminaux** devraient adresser **l'ensemble des équipements au-delà des smartphones**.

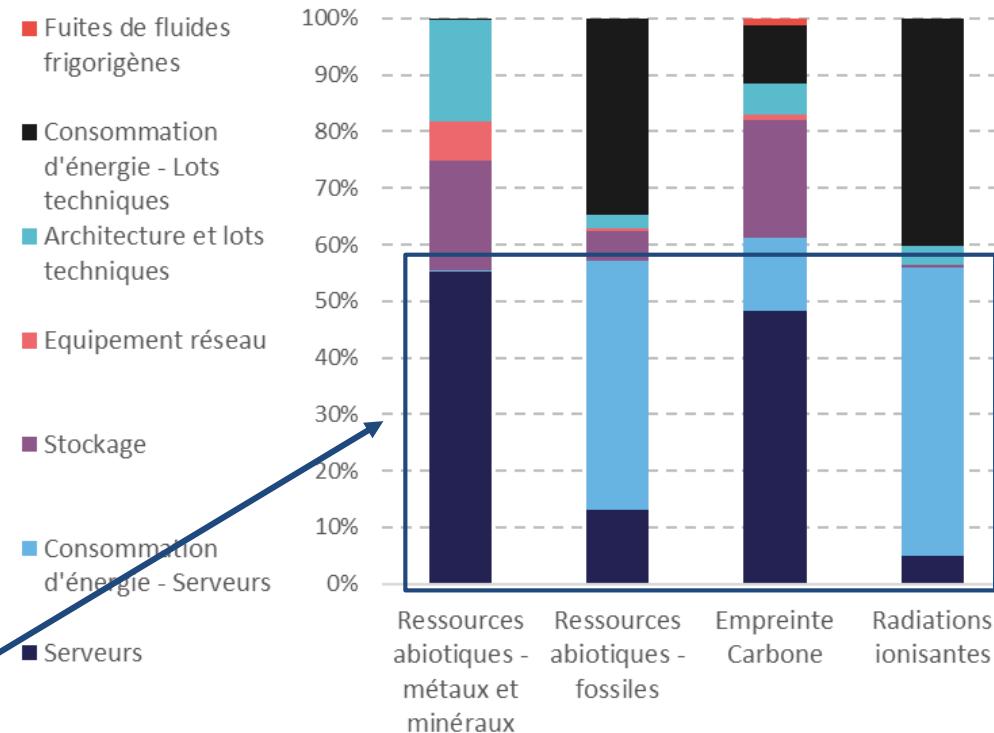


Impacts environnementaux par type
d'équipement au sein de la brique « terminaux »

Les centres de données : 4 à 20 % de l'impact environnemental

Les centres de données représentent le 2ème vecteur d'impacts environnementaux sur trois des quatre indicateurs considérés.

Les serveurs sont la source principale de l'impact des centres de données via leur fabrication et leur utilisation (**consommation d'énergie**).

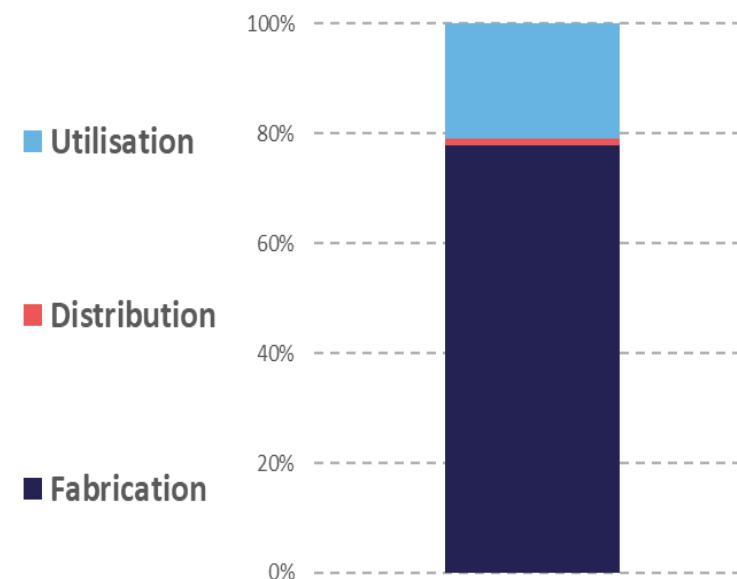


Impacts environnementaux des centres de données par type d'équipements

Répartition de l'indicateur changement climatique dans le cycle de vie

La phase de fabrication des équipements (terminaux, serveurs, box,...) **représente 78 % de l'empreinte.**

L'utilisation est la deuxième source d'empreinte carbone dans le cycle de vie (21 %).



Part de l'empreinte carbone associée à chaque phase de l'ensemble des trois briques

Autres indicateurs environnementaux

Consommation énergétique : empreinte carbone, radiations ionisantes et épuisement des ressources abiotiques fossiles (**environ 64 % de l'impact**)

10 % de la consommation électrique française soit 48,7 TWh par an

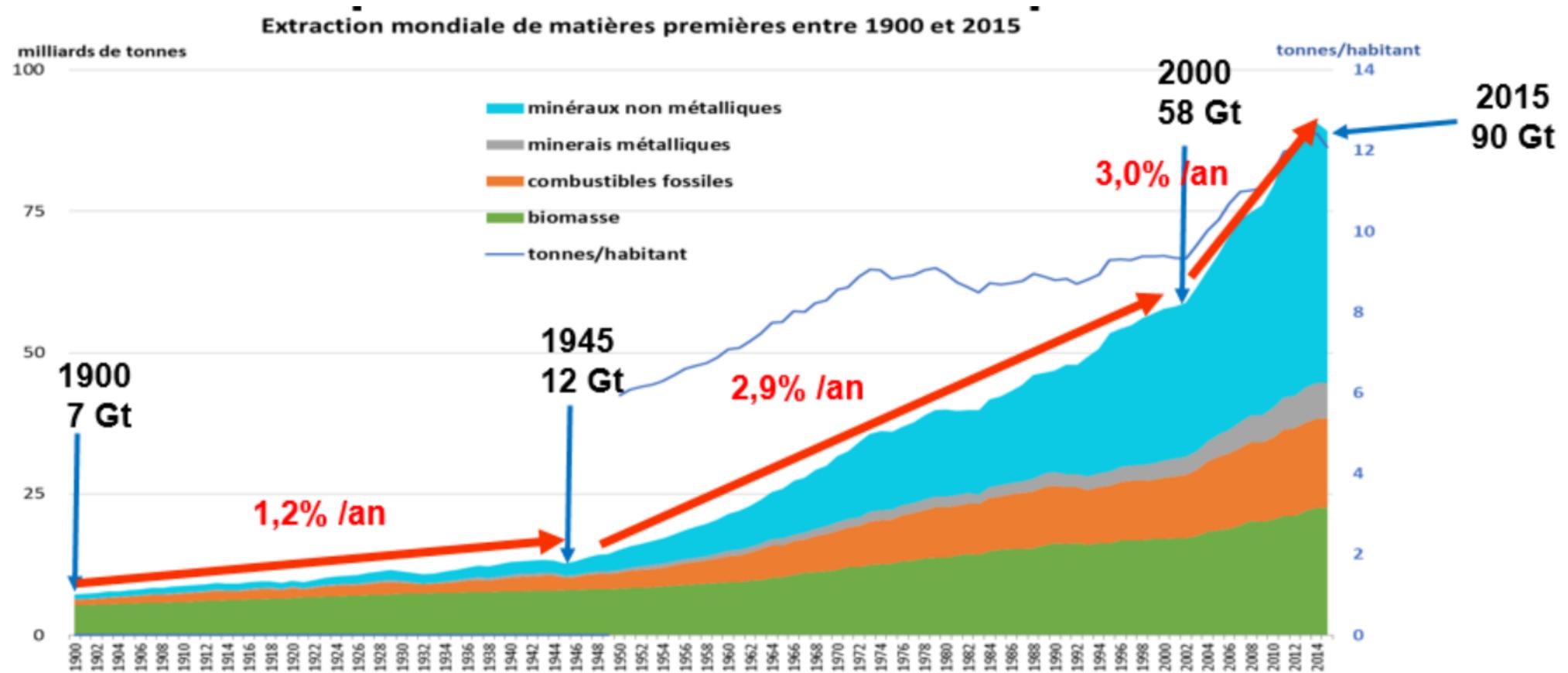


L'épuisement des ressources abiotiques naturelles (minéraux & métaux) : représente de l'ordre de **27 % de l'impact** environnemental du numérique et est équivalent à l'extraction de 21 tonnes d'or

La masse de **matériaux déplacée** est égale à **932 kg par an et par habitant**

La production de **déchets** liée à l'usage du numérique en France est de **20 Millions de tonnes par an**

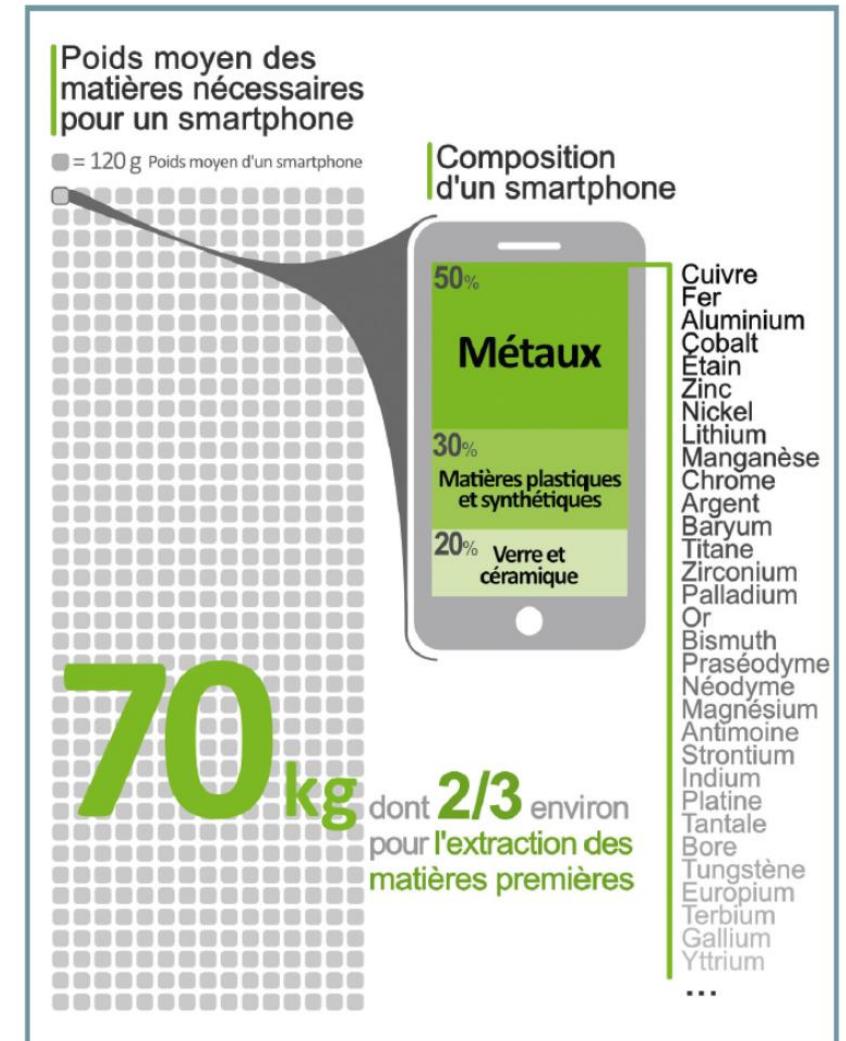
Une demande exponentielle en matières premières



Graphique ADEME d'après Krausmann Fridolin et al., 2018. Traitements : SDES, 2019

Exemple d'un smartphone

- Un smartphone fait quatre fois le tour du monde avant d'arriver dans notre poche.
- Il contient en moyenne 50 métaux différents dont 15 sont rares ou extraits dans des zones géopolitiques instables.
- Il contient environ 2/3 de matières recyclables.



Sources : Ademe ; Sénat (rapport n° 850, 09/2016) ; Wuppertal Institut (2012), évaluation selon l'approche poids-matière de l'écologiste Friedrich Schmidt-Bleek
 Infographie : Bertrand Gaillet

2

Cadre réglementaire et généralités sur l'évaluation environnementale des services numériques

Etudes ADEME

Etude impact environnemental
du Numérique en France



A l'échelle d'un territoire

- [Etude impact environnemental du Numérique en France](#) (publiée en janvier 2022)
- Etude prospective impact environnemental du Numérique en France (fin 2022)
- Etude impact environnemental du numérique à l'échelle de la région Grand Est (2023)

A l'échelle d'un usage

- [Etude impact environnemental du reconditionnement d'un smartphone](#) (publiée en mars 2022)
- Etude impact du streaming vs service culturel physique (octobre 2022)
- Etude impact campagne publicitaire papier vs numérique (début en janvier 2023)

Equipements et infrastructures

- **1168 millions d'équipements** terminaux et objets communicants dont 70 millions de smartphones, 35 millions de tablettes, 106 millions d'écrans et TV
- **6,937 Exaoctet** par an transmis sur les réseaux fixes et mobiles (1 exaoctet = 1 milliard de Go)
- 883 000 m² de salles informatiques et datacenters hébergeant **1,5 million** de serveurs et **20 millions** de disques de stockage

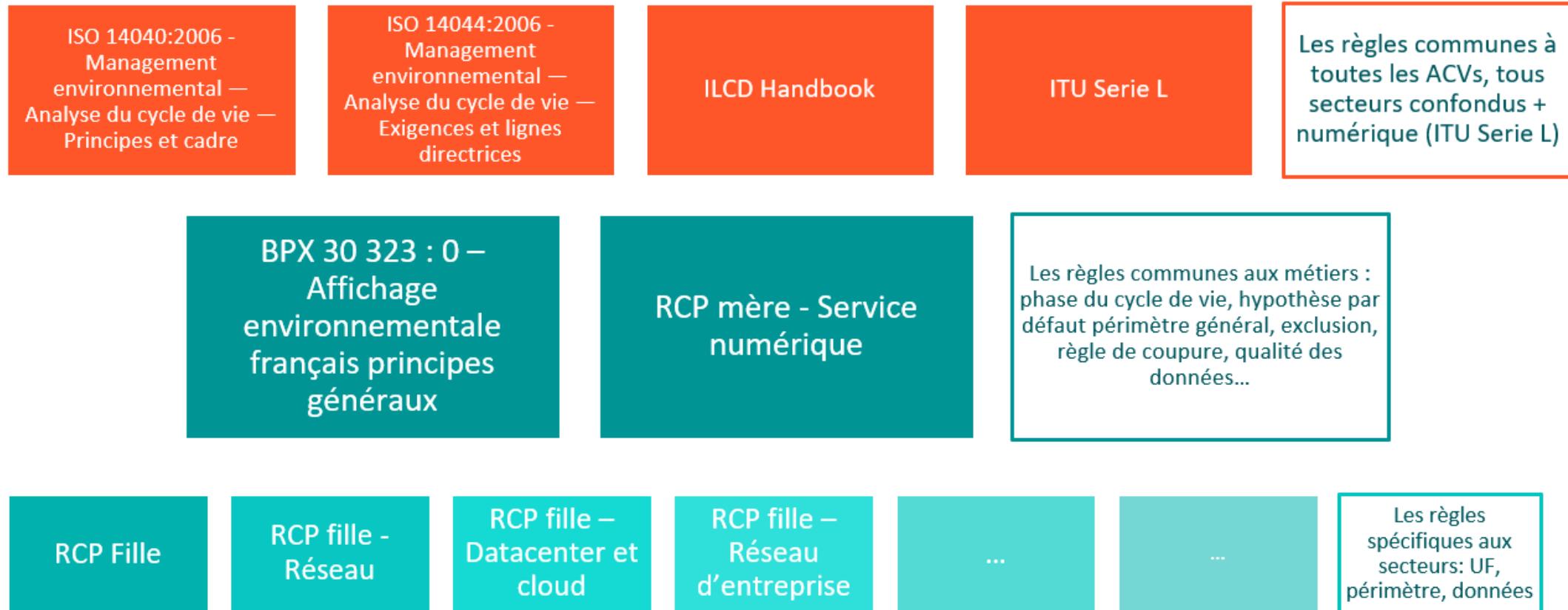
Impacts environnementaux

- **16,9Mt** équivalent CO₂ soit 2,5% des émissions de GES nationales répartis entre les terminaux (80%), les réseaux (5%) et les datacenters (15%)
- Une répartition entre les usages grand public (55%) et professionnels (45%)
- 48,7TWh soit 10% de la consommation électrique nationale
- Le déplacement de 62,5 Mégatonnes de matière (équivalent de près de 6200 tours Eiffel)
- La production de 21 Mégatonnes de déchets

Le cadre législatif

- **Fév 2020** : Loi 2020-105 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC)
 - Affichage de l'indice de réparabilité sur certains équipements numériques (indice de durabilité pour 2024)
 - Affichage par fournisseurs d'accès à Internet de la quantité de données consommées par leurs abonnés et l'équivalent en émissions de gaz à effet de serre correspondant, méthodologie ADEME
- **Sept 2020** : Lettre de Mission ADEME-ARCEP pour travailler sur l'évaluation de l'empreinte env. du numérique en France
- **Fév 2021** : Feuille de route gouvernementale « Numérique et Environnement »
 - Baromètre environnemental des acteurs du numérique
 - Codes de bonne conduite avec les acteurs du numérique (fabricants, fournisseurs de contenus, éditeurs de logiciels) qui visent un niveau européen d'adoption
- **Nov 2021** : Loi de Réduction de l'Empreinte Environnementale du Numérique (REEN)
 - Observatoire de recherche des impacts environnementaux du numérique porté par l'ADEME, l'Arcep et le CSA
 - Elaboration une stratégie numérique responsable à partir de 2025 pour les communes et leurs intercommunalités de plus de 50 000 habitants
 - Création d'un référentiel général d'écoconception des services numériques (critères de conception durable des sites web à partir de 2024)
 - Recommandation sur l'information des consommateurs sur l'empreinte environnementale de la vidéo en ligne

Dans le cadre duquel se sont développés les premiers référentiels d'affichage environnemental des services numériques



Les outils pour faire de l'évaluation environnementale

Evaluation environnemental basée sur l'analyse de cycle de vie

- Normes ISO 14040 14044
- [Référentiel Général Service Numérique](#)
- [Référentiel Fourniture d'Accès Internet Grand Public](#)
- Référentiel Fourniture d'Accès Internet Réseaux Professionnels (à venir)
- Référentiel Datacenter et Services Cloud (à venir)

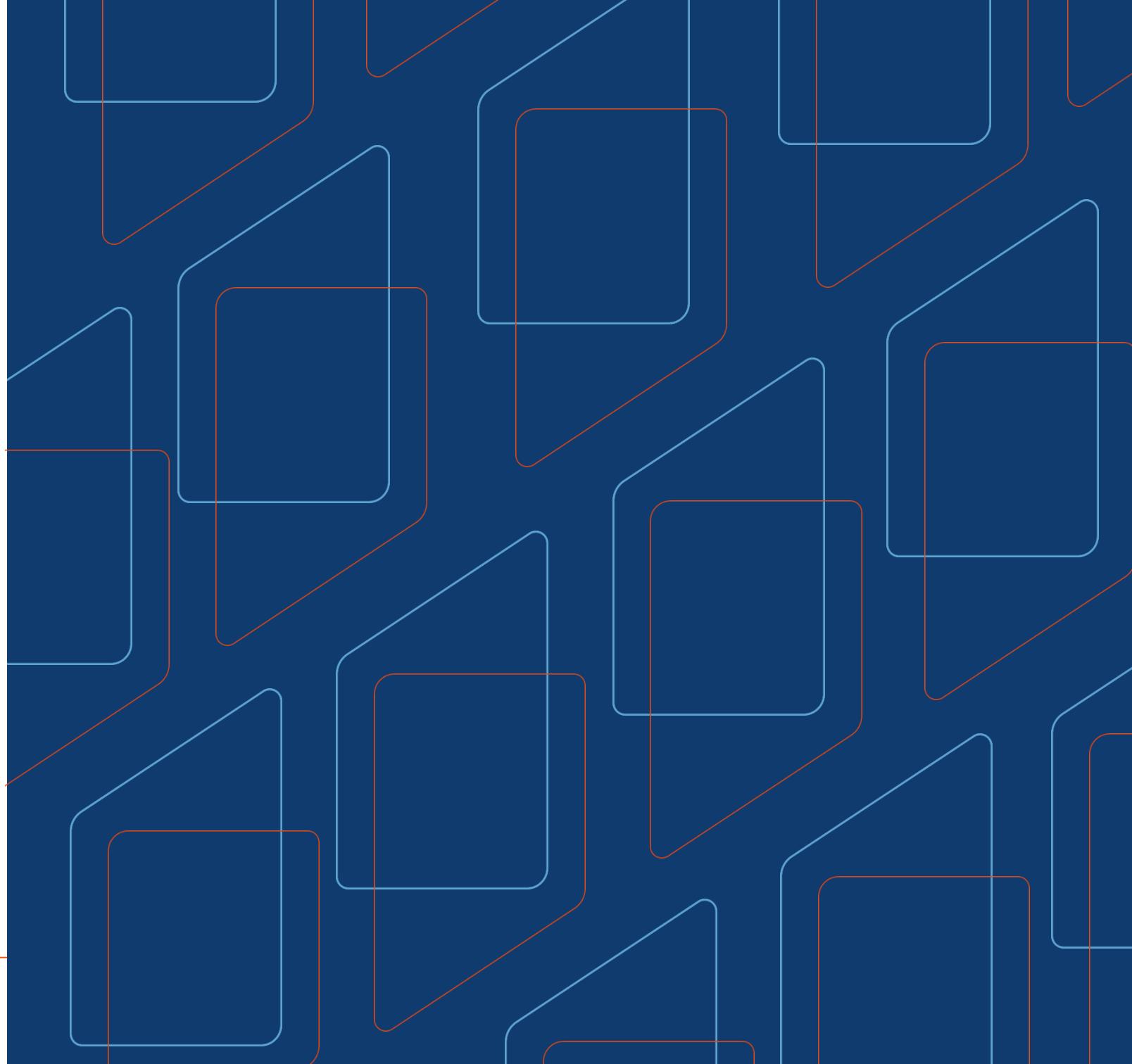
Bases de données ouvertes de facteur d'impact

- <https://base-impacts.ademe.fr/>
- <https://github.com/Boavizta/environmental-footprint-data>

Base de données privées

- <https://negaoctet.org/>

Questions / Réponses



3

Evaluation de l'impact environnemental de la digitalisation des services culturels (mandatée par l'ADEME réalisée par I Care, revue critique Tide et Hubblo)



Evaluer l'impact environnemental des services culturels à l'aide de l'ACV

- Cette étude se focalise sur **4 services culturels** :



Lire un livre



Ecouter de la
musique



Regarder un
film



Jouer à un
jeu vidéo

- **Ces 4 services connaissent une « digitalisation »** : les formats « numériques » (liseuse numérique, streaming, jeu dématérialisé, cloud gaming) viennent remplacer / s'ajouter aux formats « physiques » (bien que tout est bien matériel, **il n'y pas de 100% dématérialisation** !) historiquement plus répandus.
- L'objectif de l'étude est de mener une **ACV comparative des services au format « physique » et « numérique »**, afin de **comprendre les impacts environnementaux des services culturels et de leur digitalisation**, et **identifier des leviers de réduction** de ces impacts.

L'analyse de cycle de vie (ACV) : un outil d'évaluation environnementale



L'Analyse de cycle de vie est une méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux. Ses principaux avantages sont :

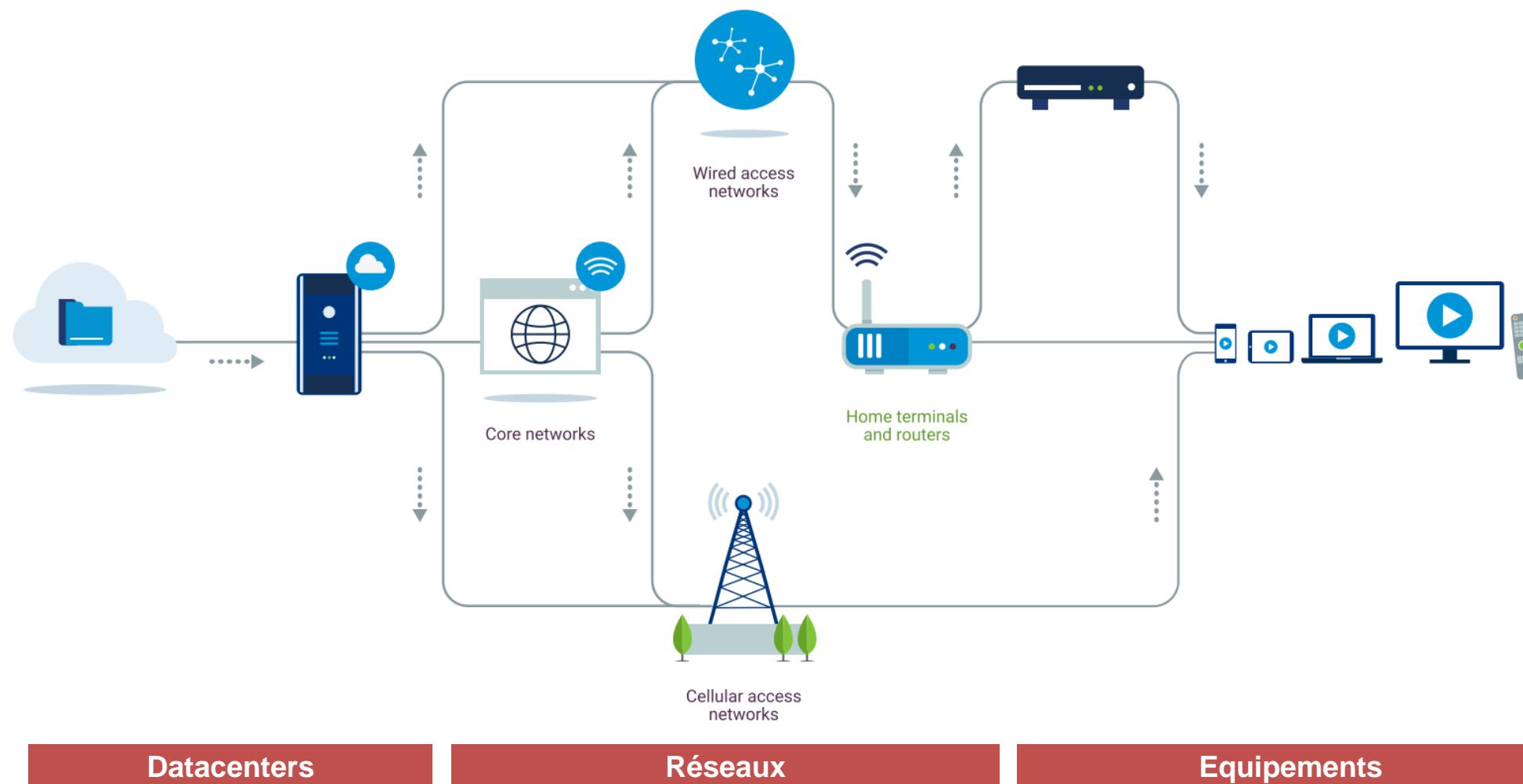
- Une approche **cycle de vie**
- Une approche basée sur les **métriques**
- Une approche **multicritères**

Cette étude suit les normes ISO 14040/44, et a fait l'objet d'une revue critique afin de valider cette conformité.

L'ACV appliquée aux services culturels

- **Une unité fonctionnelle** est définie pour chaque service culturel :
 - Permet d'évaluer les différents scénarios d'un service sur une même base (format, équipements utilisés, etc.).
 - Ex : 1h de service culturel
- **Tous les « tiers » équipements, infrastructures réseaux et datacenters nécessaires au service sont inclus dans le périmètre, conformément au PCR Services Numériques :**
 - Ex : L'écoute de musique au format CD nécessite un CD et une chaîne Hi-fi
 - Ex : Le visionnage de film en streaming nécessite une TV, une box TV, des infrastructures réseaux (core, aggrégation, access), des datacenters
- **Toutes les étapes du cycle de vie** des éléments mobilisés par le service sont incluses : **fabrication, transport, utilisation, fin de vie :**
 - Des allocations sont ensuite utilisées pour ramener les impacts par unité fonctionnelle
 - Ex : l'impact de la fabrication d'une TV est ramené par heure d'utilisation en divisant par la durée totale d'utilisation de la TV au cours de sa durée de vie.

Illustration du périmètre sur les services numériques



Indicateurs environnementaux et méthodes de caractérisation des impacts

EF catégorie d'impact	Acronyme	Catégorie d'impact Indicateur	Unité	Modèle de caractérisation
→ Changement climatique, total	CC	Forçage radiatif en tant que potentiel de réchauffement global (GWP100)	kg CO ₂ eq.	Modèle de référence de 100 ans du GIEC (basé sur GIEC 2013)
Particules fines	PM	Cas maladie	Incidence des maladies	Méthode PM recommandée par le PNUE (PNUE 2016)
Radiations ionisantes, santé humaine	IR	Exposition humaine par rapport à l'U235	kBq U ²³⁵ eq.	Modèle des effets sur la santé humaine tel que développé par Dreicer et al. 1995 (Frischknecht et al, 2000)
Acidification	AC	Dépassements accumulés (DA)	Mol H ⁺ eq.	Dépassement cumulé (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)
Ecotoxicité eau douce	EC	Unité de toxicité comparée pour les écosystèmes (UTCe)	UTCe	Modèle USEtox 2.1 (Fankte et al, 2017)
Ressources en eau	WU	Potential de privation des utilisateurs (consommation d'eau pondérée par la privation)	m ³ eq. mondial	Eau disponible Restant (AWARE) comme recommandé par le PNUE, 2016
→ Ressources minérales et métalliques	RU	Épuisement des ressources abiotiques (réserves ultimes ADP)	Kg Sb eq.	CML 2002 (Guinée et al., 2002) et van Oers et al. 2002.

Pour cette présentation, seuls les résultats sur le **changement climatique** et les **ressources minérales et métalliques** sont détaillés

Présentation des scénarios étudiés



Lire un livre

Lire un roman de **300 pages**
en France en 2020

- 1 • Livre au format papier

- 2 • Liseuse numérique

- 3 • Tablette

- 4 • Tablette dédiée



Ecouter de la musique

Écouter de la musique pendant
1h en France en 2020

- 1 • Musique au format CD
- Chaine Hi-fi

- 2 • Musique en streaming
- Smartphone

- 3 • Musique en streaming
- Smartphone
- Enceinte connectée

- 4 • Musique en streaming
- Smartphone
- Chaine Hi-fi



Regarder un film

Regarder un film pendant **1h** en
France en 2020

- 1 • Film au format DVD
- Lecteur DVD
- Télévision

- 2 • Film en streaming
- Box TV
- Télévision

- 3 • Film en streaming
- Ordinateur portable

- 4 • Film en streaming
- Smartphone



Jouer à un jeu vidéo

Jouer à un jeu vidéo pendant
1h en France en 2020

- 1 • Jeu au format disque
- Console de salon
- Télévision

- 2 • Jeu téléchargé
- Console de salon
- Télévision

- 3 • Jeu téléchargé
- Ordinateur portable

- 4 • Jeu téléchargé
- Ordinateur fixe + écran

- 5 • Cloud gaming
- Box TV
- Télévision

- 6 • Cloud gaming
- Console de salon
- Télévision

Unité
fonctionnelle

Scénario
« physique »

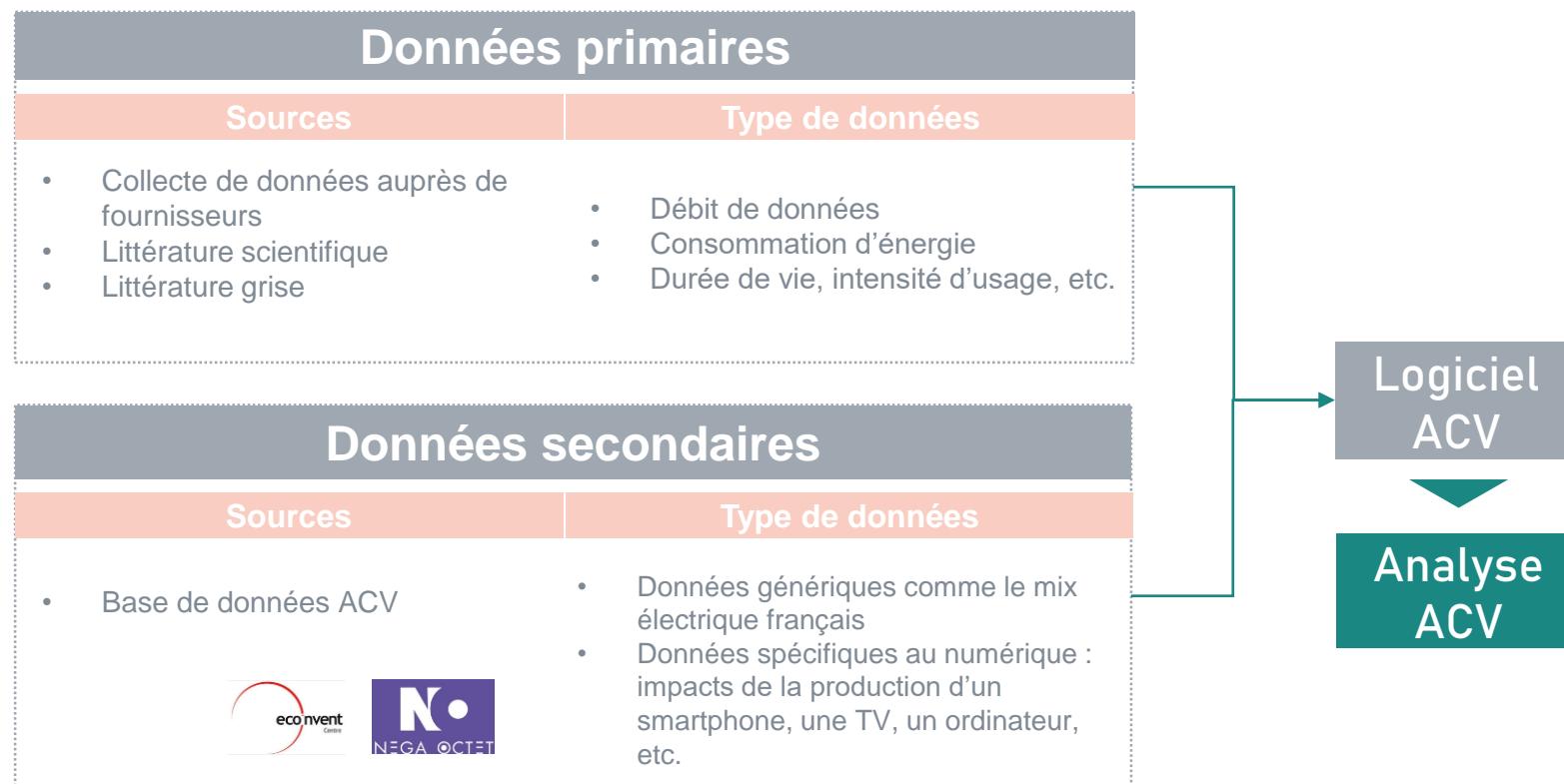
Scénarios
« numériques »

Remarques sur les scénarios définis

- **Le caractère « physique » ou « numérique » des scénarios** peut être discuté :
 - Les scénarios dit « numériques » restent physique : infrastructures réseau, équipements, etc. Les scénarios « numérique » sont surtout ceux qui utilisent internet (fixe ou mobile).
 - La dématérialisation concerne éventuellement le support de contenu (ex : DVD). A l'inverse, les scénarios « physiques » utilisent également des équipements numériques (TV, console).
- **La comparabilité des scénarios** peut être discutée :
 - Les scénarios ne rendent pas exactement le même service :
 - Ex : streaming audio vs format CD. Internet mobile vs fixe.
 - Ex : cloud gaming vs jeu téléchargé
 - Certains scénarios numériques ont été ajoutés pour couvrir plus d'usage du numérique, mais sont plus éloignés des scénarios physiques :
 - Ex : lecture sur tablette, film en streaming sur smartphone.



Modélisation des services culturels : articulation des données



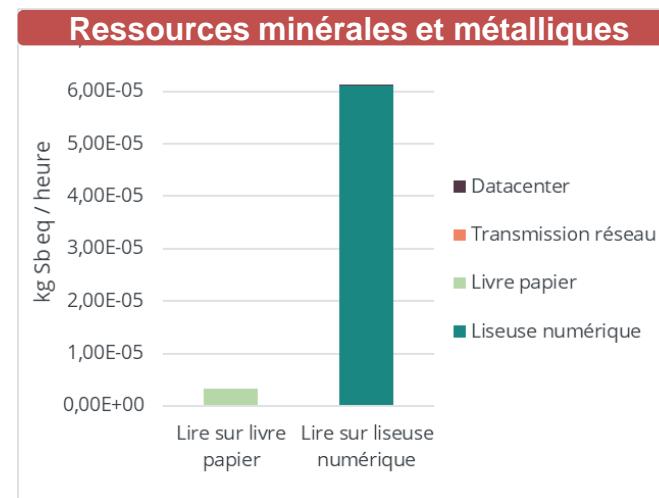
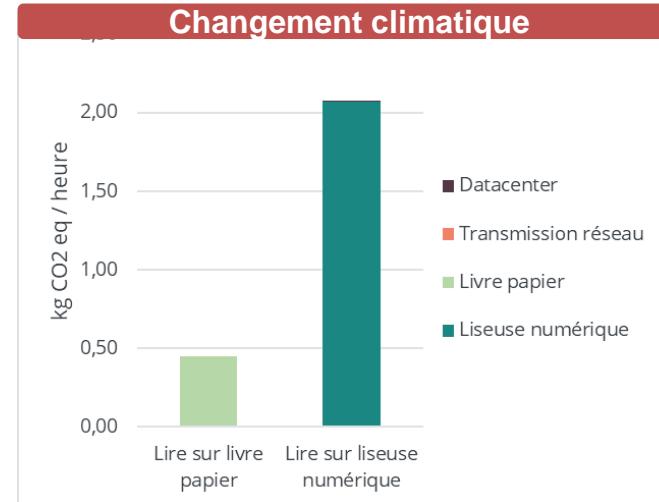
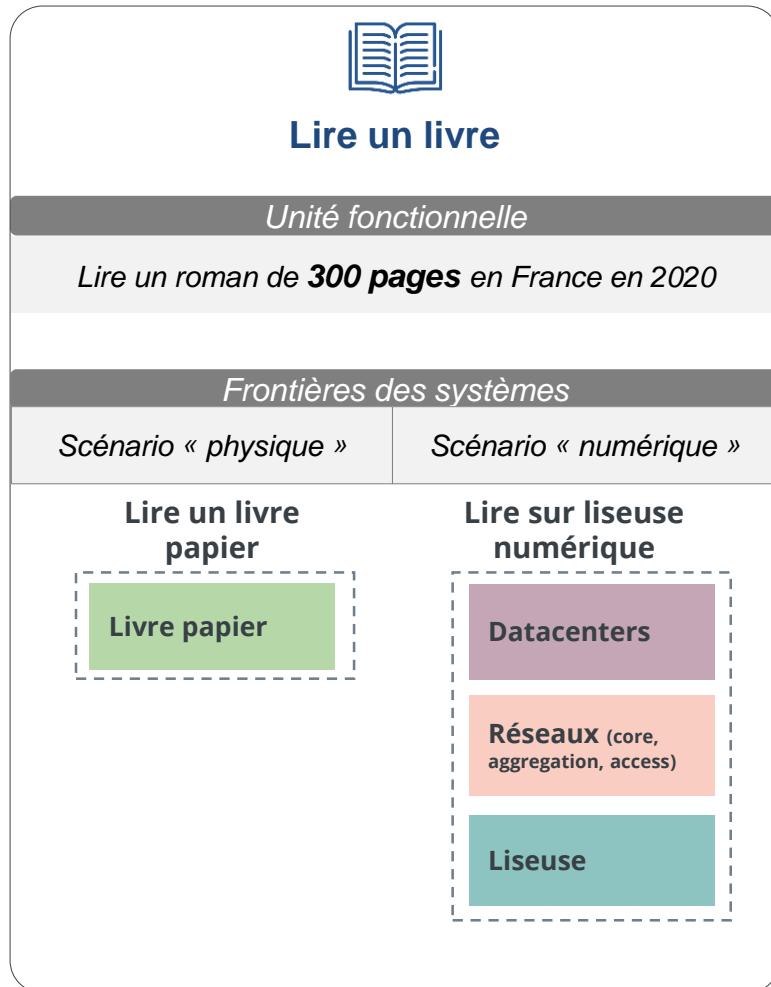
Données de modélisation : durées de vie et allocations

Éléments	Durée de vie	Critères d'allocation	Valeur par défaut	Analyse de sensibilité	Sources
Livre papier	-	Nombre d'utilisation	2 utilisations	1 usage unique – 5 utilisations	<i>Estimation I Care</i>
Liseuse numérique	5 ans	Nombre d'utilisation	4,5 lectures / an	<i>analyse point de bascule</i>	<i>Estimation I Care</i>
CD	-	Nombre d'utilisation	50 utilisations	25-100 utilisations	<i>Estimation I Care</i>
DVD	-	Nombre d'utilisation	4h (2 utilisations)	2h-8h	<i>Estimation I Care</i>
Jeu vidéo blu-ray	-	Temps d'utilisation	182 h	<i>analyse point de bascule</i>	Sony Playstation
Smartphone	2,5 ans	Temps d'utilisation	1,6 h/jour	-	Mediametrie
Chaine hi-fi	5 ans	Temps d'utilisation	0,7 h/jour	-	ICT Impact study
Enceinte	5 ans	Temps d'utilisation	0,5 h/jour	-	ARCEP – Baromètre numérique 2021
Télévision	8 ans	Temps d'utilisation	2,9 h/jour	-	ARCEP – Baromètre numérique 2021
Box TV	8 ans	Temps d'utilisation	2,9 h/jour	-	<i>eq TV</i>
Lecteur DVD	8 ans	Temps d'utilisation	0,2 h/jour	-	<i>Estimation I Care</i>
Ordinateur	5 ans	Temps d'utilisation	2,4 h/jour	-	ARCEP – Baromètre numérique 2021
Ecran	6 ans	Temps d'utilisation	2,4 h/jour	-	<i>eq ordinateur</i>
Tablette	3 ans	Temps d'utilisation	0,39 h/jour	-	ARCEP – Baromètre numérique 2021
Console	6,5 ans	Temps d'utilisation	0,93 h/jour	-	ADEME-ARCEP 2022
Réseau fixe	-	Volume de donnée (Go)	220 Go/mois	-	ADEME-ARCEP 2022
Réseau mobile	-	Volume de donnée (Go)	<i>(NegaOctet)</i>	-	-

Données de modélisation : taille de fichiers numérique et débits binaire considérés

	Données	Valeur par défaut	Analyse de sensibilité	Sources
Lire un livre	Taille e-book	3,1 Mo	-	Tahara et al 2018
Ecouter de la musique	Débit streaming audio	222 kbps (0,1 Go/h)	128 – 1411 kbps (0,06 – 0,63 Go/h)	Qualité disponible Deezer
Regarder un film	Débit streaming vidéo – connexion fixe	6,4 Mbps (2,88 Go/h)	2,2 - 15,6 Mbps (1 - 7 Go/h)	Carbon Trust 2021
	Débit streaming vidéo – connexion mobile	0,6 Mbps (0,25 Go/h)	6,7 Mbps (3 Go/h)	Carbon Trust 2021
Jouer à un jeu vidéo	Taille jeu téléchargé	77 Go	6 - 120 Go	Moyenne des jeux les plus vendus en 2021
	Taille mise à jour du jeu	50 Go	5 - 75 Go	Estimation I Care
	Débit jeu en ligne	182 kbps (82 Mo/h)	-	Di Domenico et al 2021
	Débit cloud gaming	29 Mbps (13 Go/h)	11-44 Mbps (8-20 Go/h)	Di Domenico et al 2021

« Lire un livre » : la liseuse numérique plus impactante que le format papier avec les paramètres par défaut



Données par défaut :

- Livre papier : 2 utilisations sur DDV.
- Liseuse : DDV 5 ans, 4,5 livres lus / an.
- Taille du fichier ebook : 3 Mo

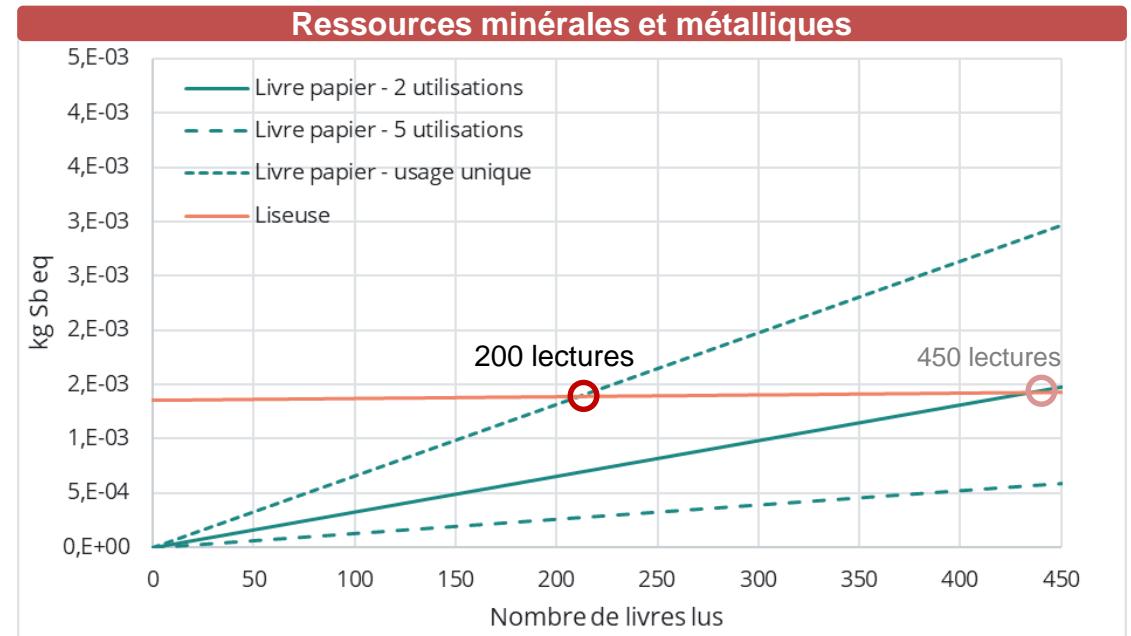
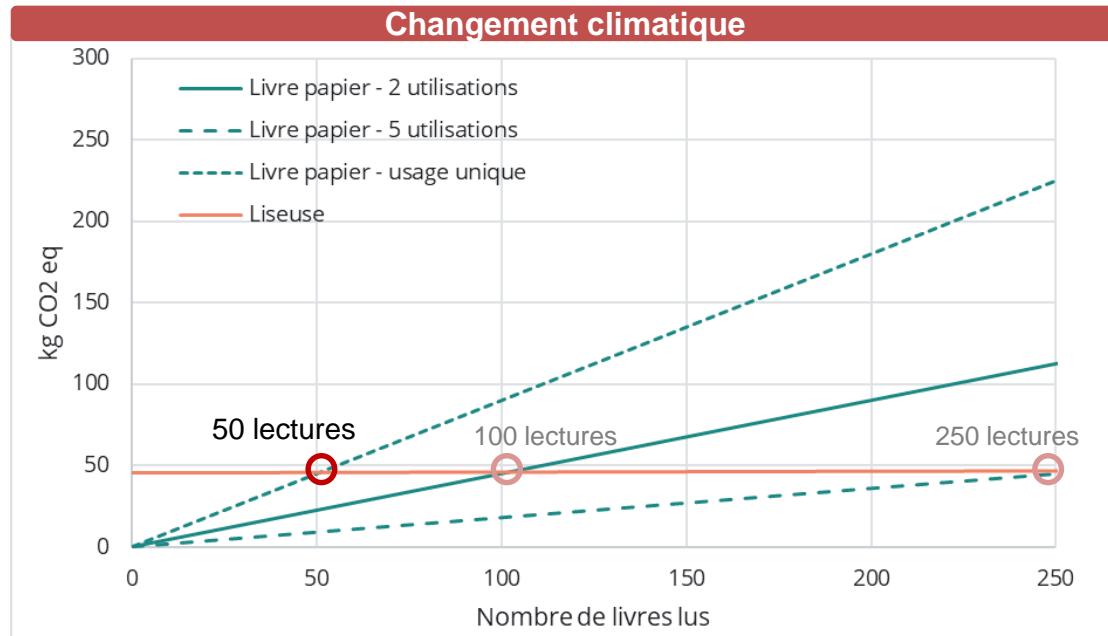
Interprétations :

- La liseuse est plus impactante que le format papier sur ces 2 indicateurs
- La fabrication de la liseuse et du livre contribue pour la grande majorité des impacts -> **tout dépend de l'amortissement considéré.**
- **Par défaut, un total de 23 lectures** sur la durée de vie de la liseuse est considéré. Ce chiffre varie beaucoup d'un utilisateur à un autre.
- **Par défaut, 2 utilisations par livre papier** considéré. Les livres papier peuvent également être utilisés une unique fois, ou bien plus.
- D'autres équipements sont utilisables pour le scénario numérique (tablette). D'autres scénarios sont analysés dans l'étude complète.

**Des analyses de sensibilité sur les paramètres sont nécessaires pour mieux comparer ces deux systèmes.
Une analyse des points de bascule sur le nombre de lecture est présentée slide suivante.**

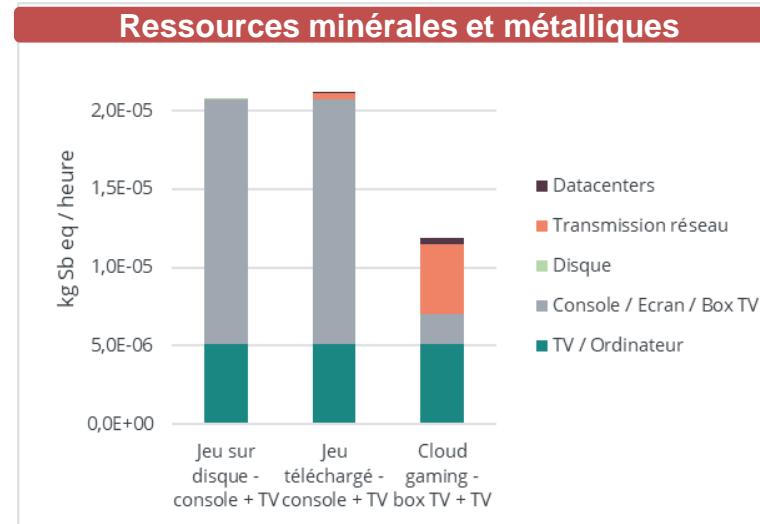
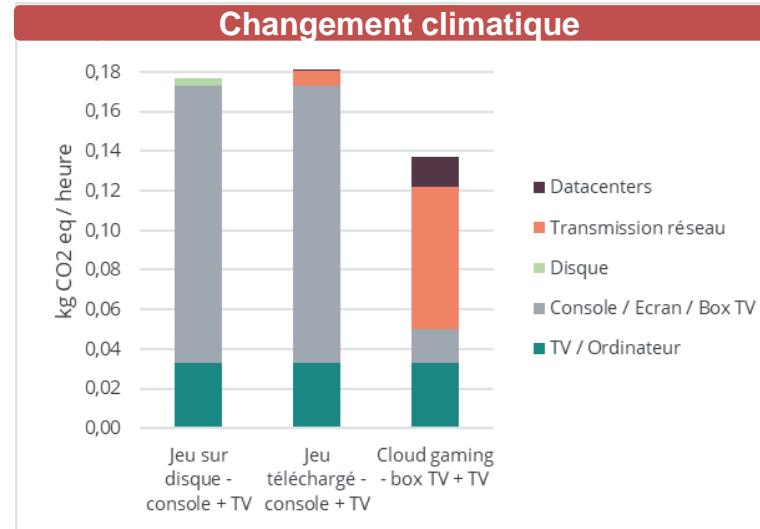
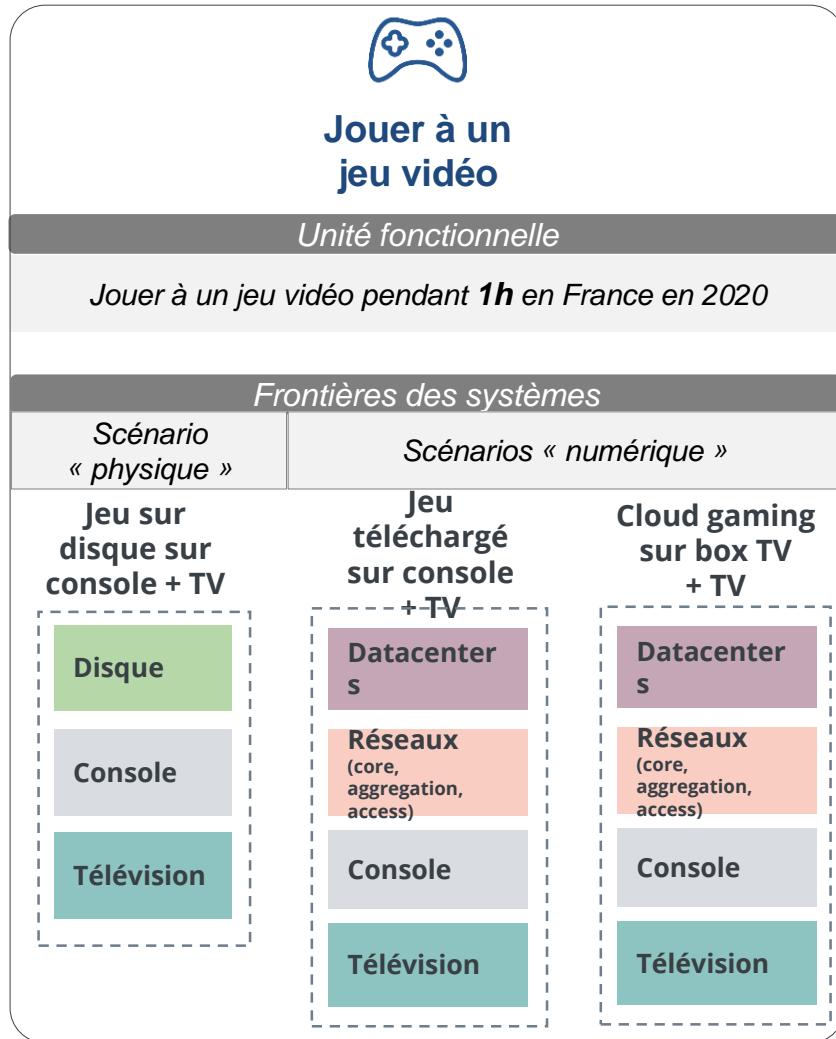
« Lire un livre » : l'impact carbone de la liseuse est amortie au bout de 50 lectures, par rapport à des livres papier neufs 37

Analyse des points de bascule entre le livre papier et la liseuse numérique. Impacts cumulés



- **Point de bascule = nombre de livres lus à partir duquel l'impact cumulatif devient plus faible sur liseuse que sur format papier.**
- Indicateur changement climatique : par rapport au **scénario sur livre papier (usage unique)**, point de bascule liseuse à **50 lectures**. Celui-ci passe à 100 si l'on compare à des livres utilisés 2 fois, 250 si l'on compare à des livres utilisés 5 fois.
- Indicateur ressources : par rapport au **scénario sur livre papier (usage unique)**, point de bascule liseuse à **200 lectures**.

« Jouer à un jeu vidéo » : forte contribution de la console aux impacts, le cloud gaming potentiellement moins impactant sous conditions ³⁸



Données par défaut :

- Temps de jeu total moyen par jeu sur disque ou jeu téléchargé : 182 h
- Taille du jeu téléchargé : 75 Go
- Débit cloud gaming : 13 Go/h (29 Mbps)

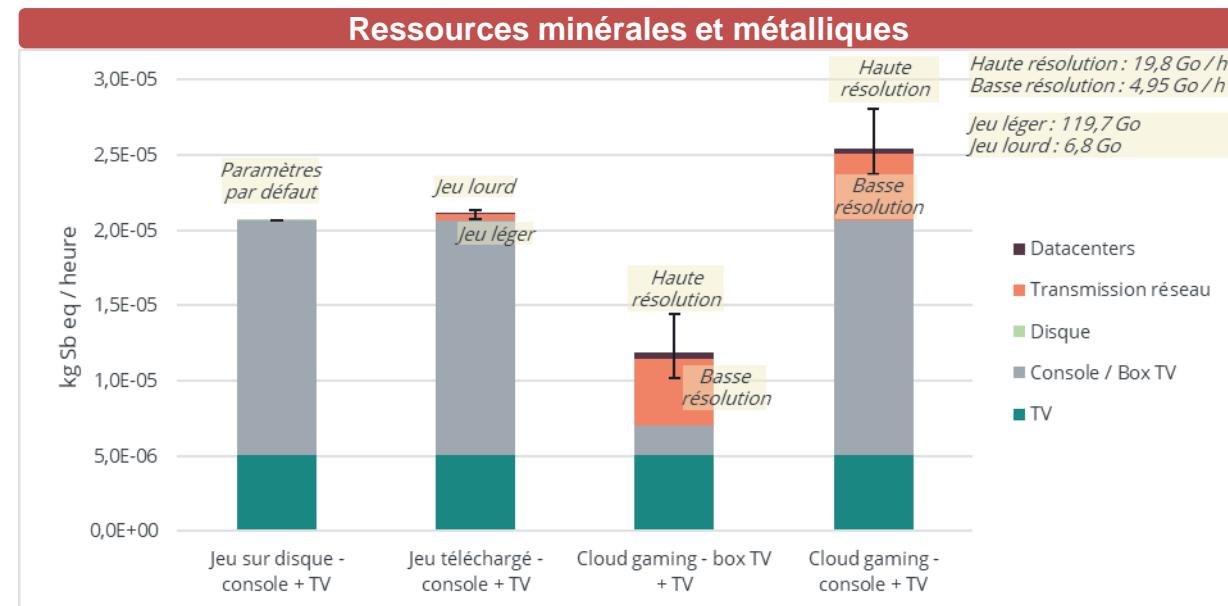
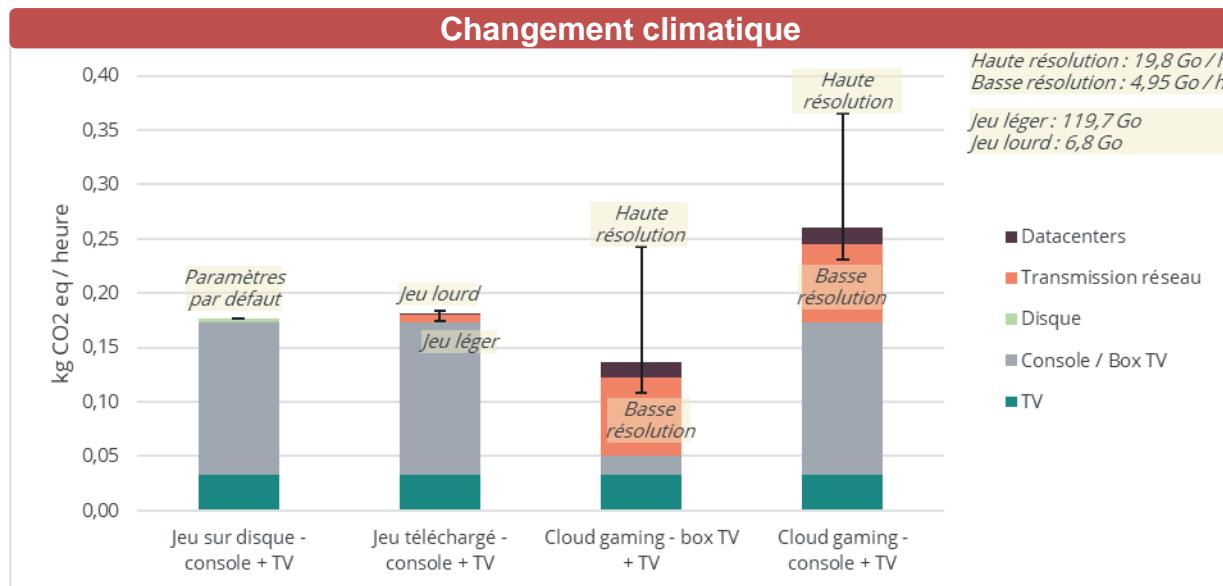
Interprétations :

- Jeu téléchargé plus impactant que jeu sur disque et cloud gaming. Mais **variabilité importante sur l'amortissement du disque et du téléchargement du jeu.**
- Forte contribution des réseaux et datacenters sur le cloud gaming. Débit **par défaut 13 Go/h, peut monter à 19 Go/h.** Performance datacenter (PUE, taux d'utilisation) également variable.
- Le cloud gaming peut également être joué à partir d'une console (suréquipement).
- D'autres équipements sont utilisables pour les scénarios numériques (ordinateur, portable / fixe). Ceux-ci sont investigués dans l'étude complète. Attention aux nouveaux équipements (casques VR, ...).

Des analyses de sensibilité sur les paramètres sont nécessaires pour mieux comparer ces systèmes. Celles-ci sont présentées dans les slides suivantes.

Jeu vidéo : le cloud gaming peut s'avérer plus impactant selon la définition et selon la performance des datacenters.

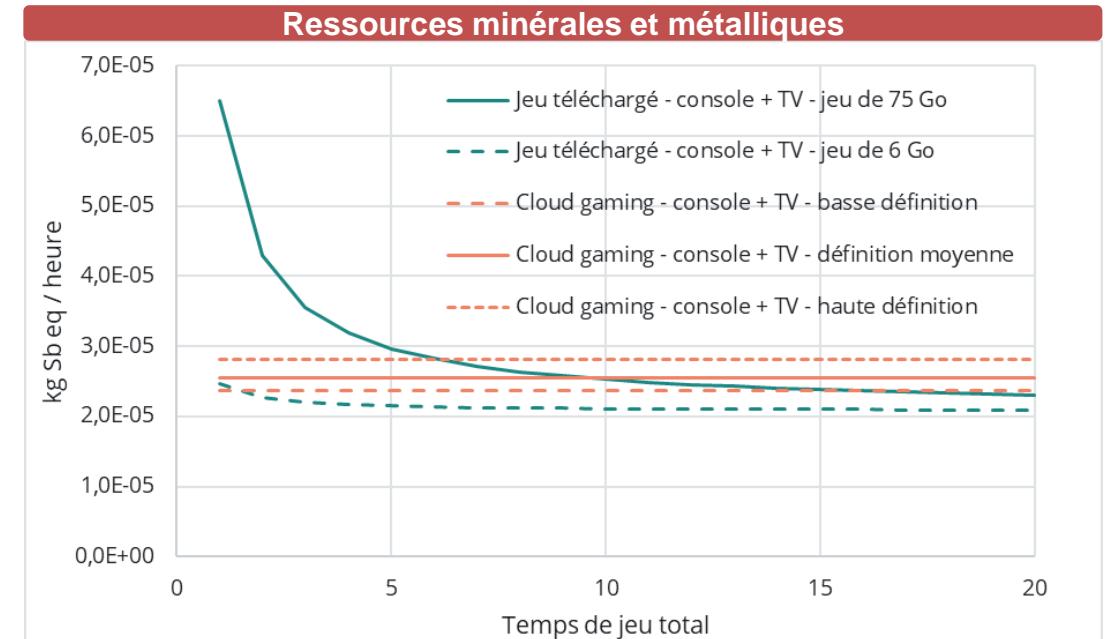
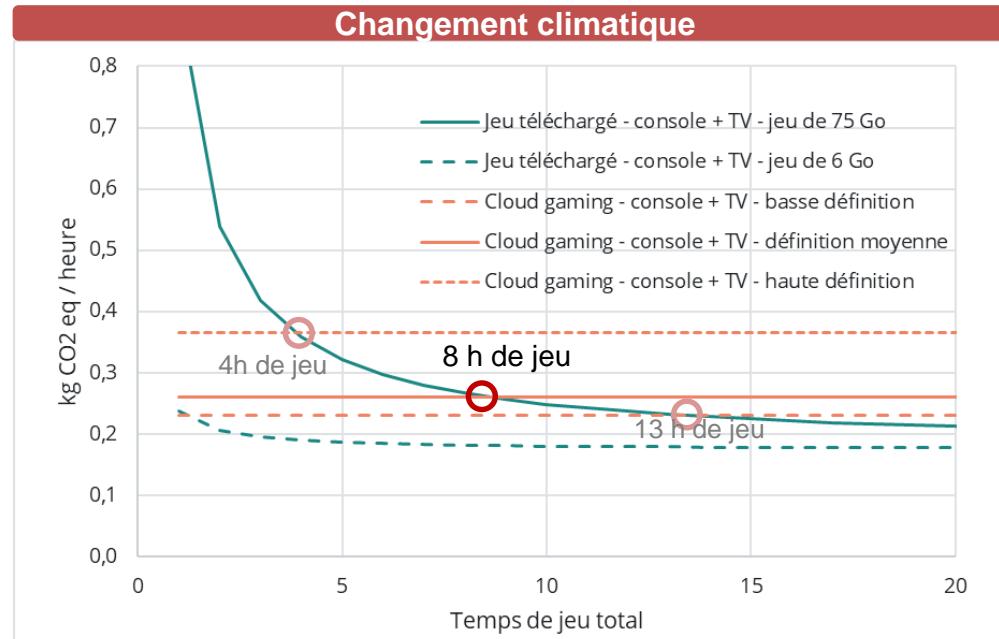
Résultats des différents scénarios sur le service « jouer à un jeu vidéo »



- Par défaut, contribution faible du disque ou du téléchargement du jeu (amorti sur 182h), même pour un jeu lourd.
- La **définition du jeu et la performance des datacenters** joue significativement sur les impacts des scénarios de **cloud gaming** : on obtient une fourchette de **108 à 242 gCO₂eq / heure** sur le scénario cloud gaming sur box TV.
- Le scénario cloud gaming sur console montre un cas de suréquipement. C'est le scénario le plus impactant sur les 2 indicateurs.
- **Comparabilité limitée entre le cloud gaming et un jeu amorti sur 182h -> une analyse sur de plus faibles temps de jeu est nécessaire.**

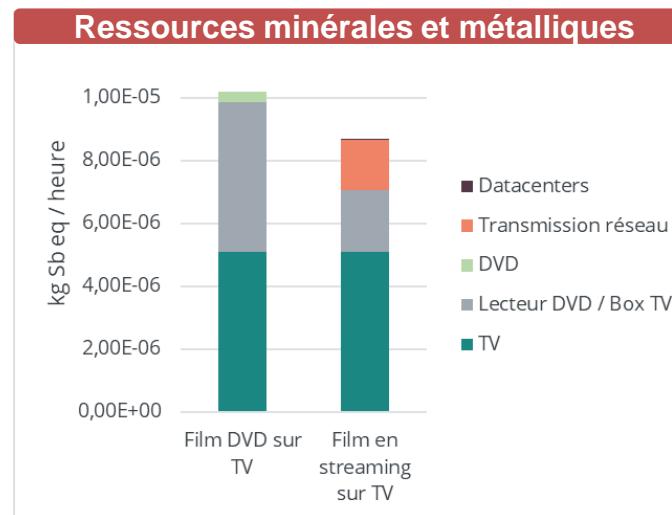
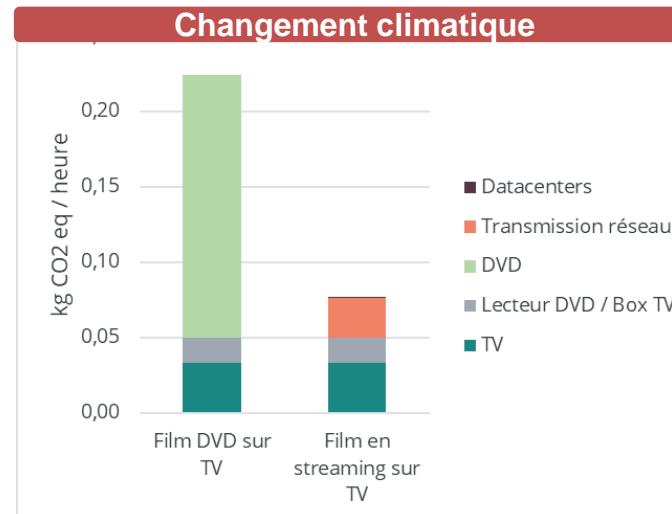
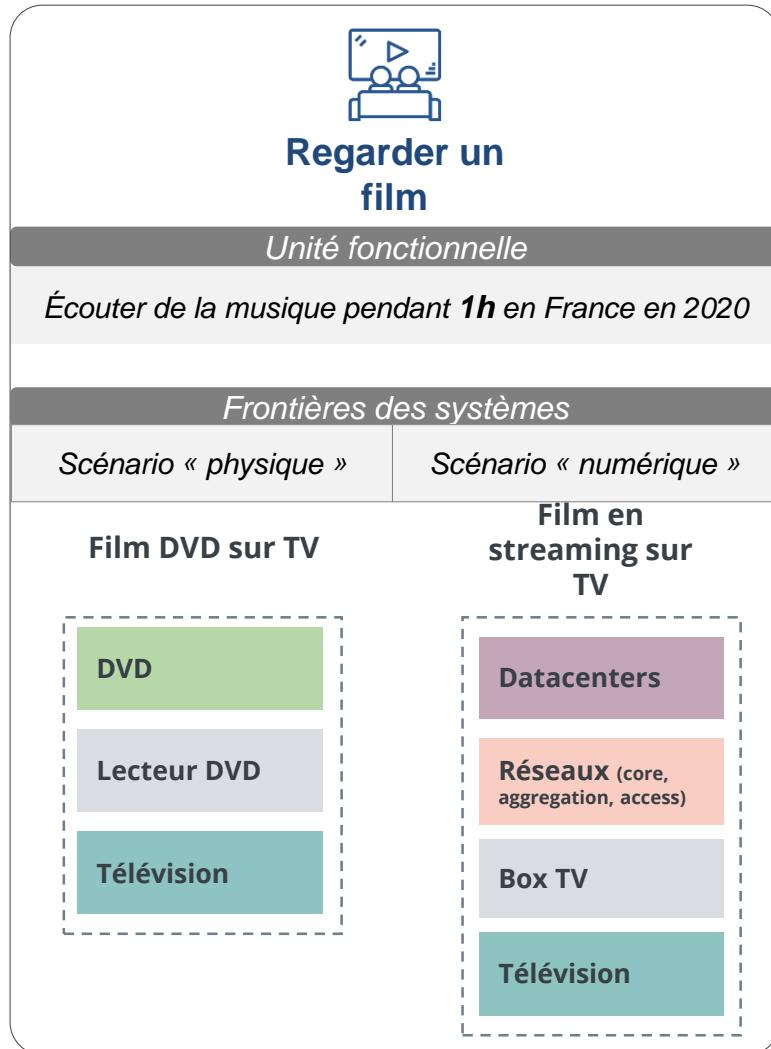
Jeu vidéo : à équipement équivalent, le cloud gaming est plus impactant à partir de 8h de jeu⁴⁰

Analyse des points de bascule entre le cloud gaming et le jeu téléchargé, selon le nombre d'heure de jeu total.



- **Point de bascule = nombre d'heure de jeu total (sur un jeu donné) à partir du quel le jeu en cloud gaming est plus impactant que le scénario sur jeu téléchargé**
- Indicateur changement climatique : par rapport au **scénario jeu téléchargé sur console (75Go)**, point de bascule à **8 h de jeu** pour du cloud gaming en définition standard (1080p). Haute définition (4k) : 13h. Basse définition (720p) : 4h.
- Si l'on se compare à un jeu téléchargé léger (6 Go), le point de bascule est en dessous de 2h de jeu, pour du cloud gaming en basse définition.

« Regarder un film » : 224 gCO₂eq/heure sur format DVD, 77 gCO₂eq/heure en streaming TV



Données par défaut :

- DVD : 2 utilisations (4h)
- Débit moyen streaming : 2,88 Go/h (6,4 Mbps)
- Connexion au réseau fixe

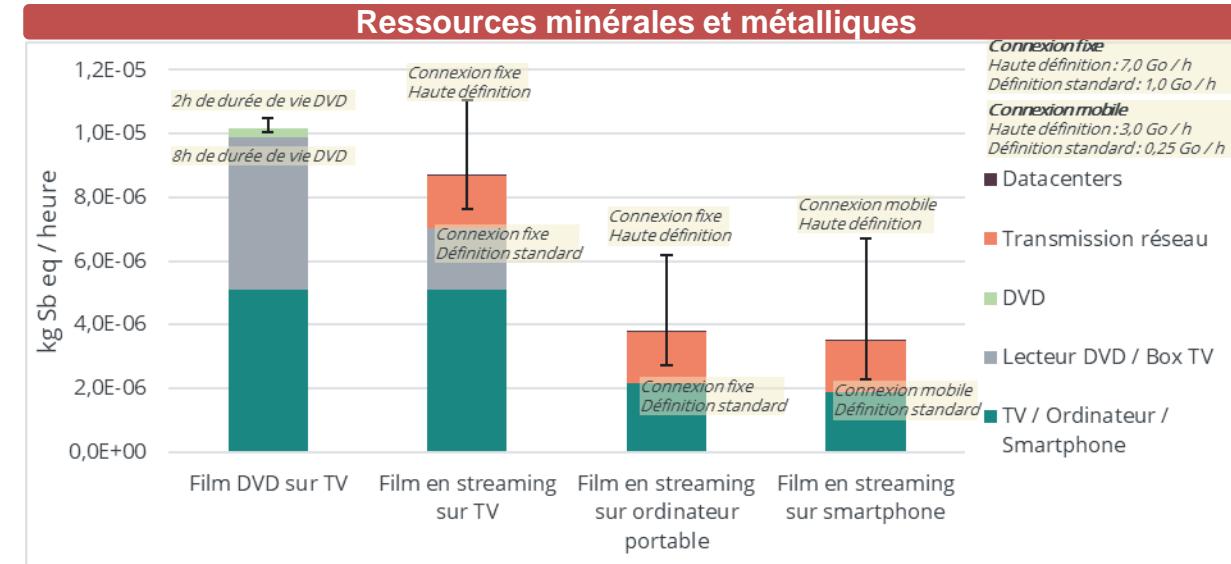
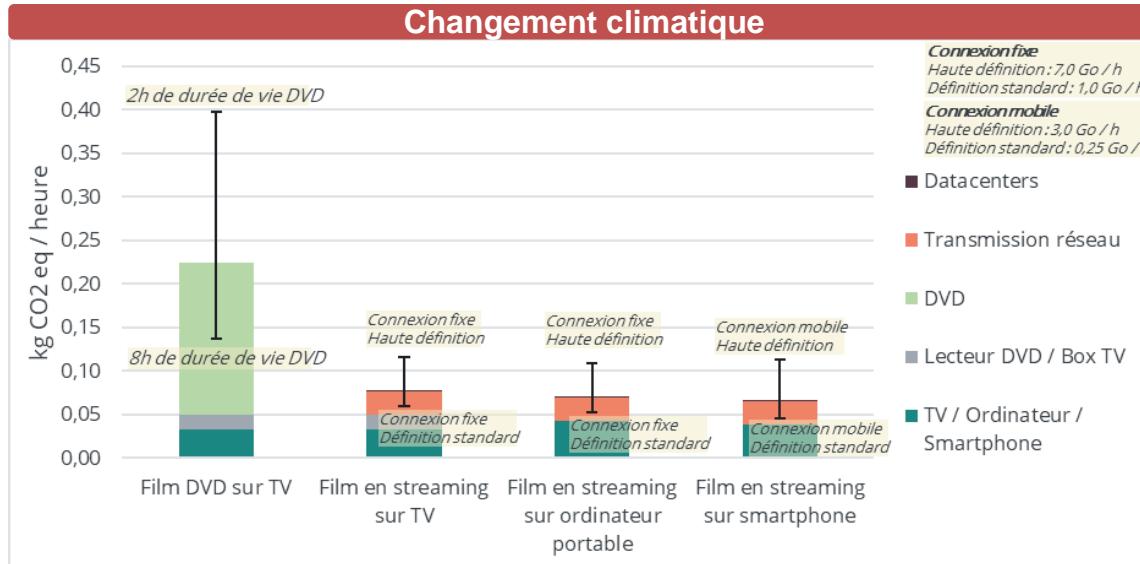
Interprétations :

- Streaming moins impactant que DVD sur l'impact climatique. Mais **variabilité importante sur l'amortissement du DVD.**
- Faible contribution des réseaux et datacenters. Cela dépend du débit : **par défaut 2,9 Go/h, peut monter à 7 Go/h**
- D'autres équipements sont utilisables pour le streaming (ordinateur, smartphone). D'autres scénarios sont analysés dans l'étude complète pour couvrir ces usages.

D'autres scénarios (équipements...) et des analyses de sensibilité sur les paramètres sont nécessaires pour mieux comparer ces deux formats. Celles-ci sont présentées dans la slide suivante.

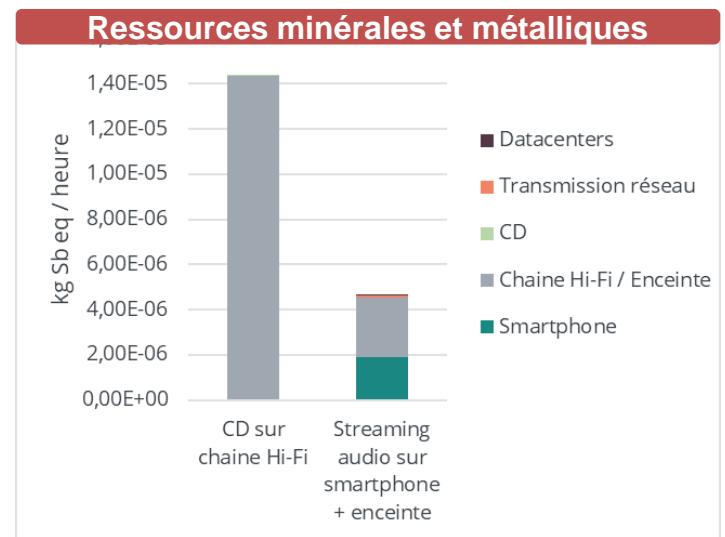
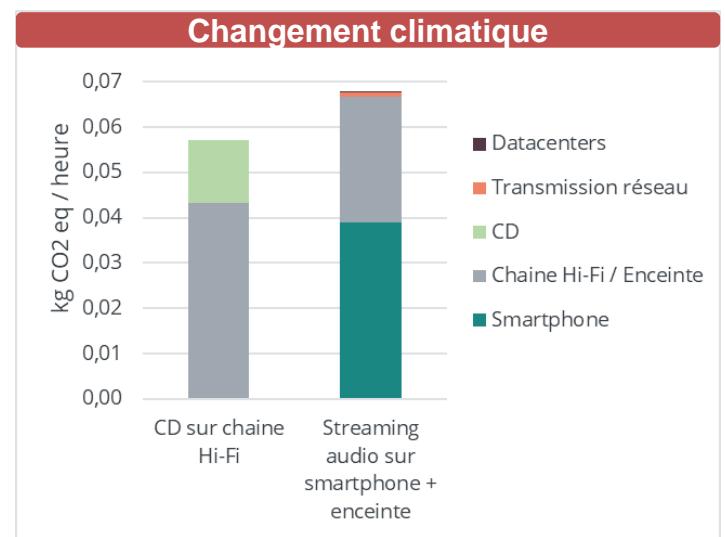
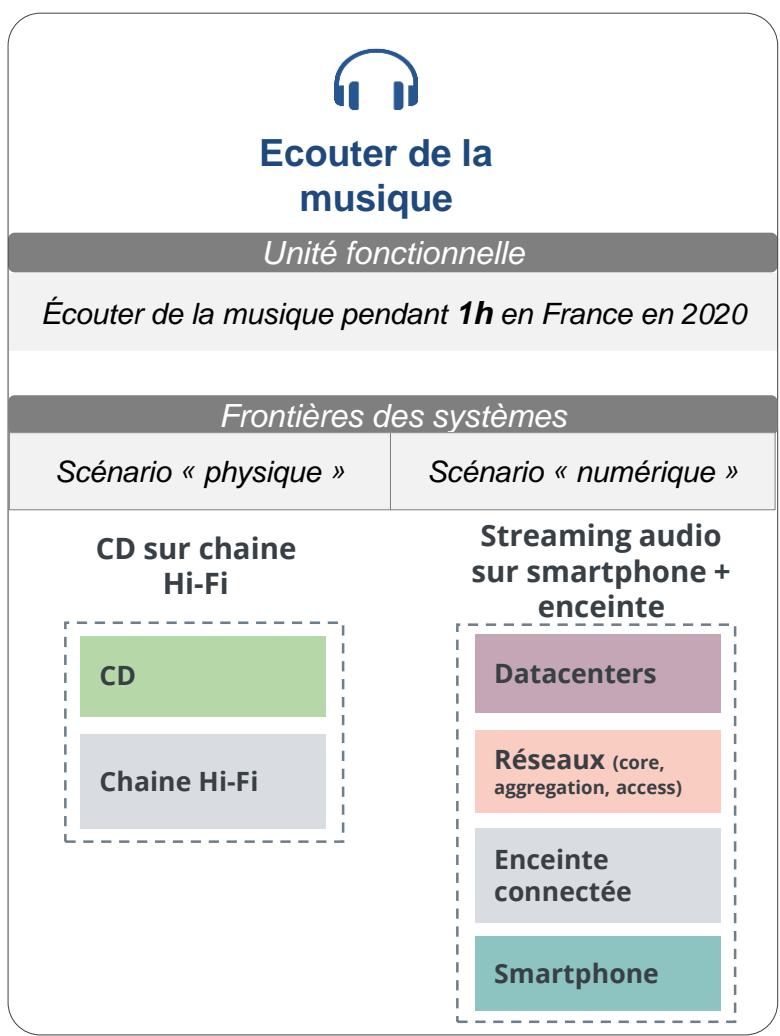
Film : l'impact carbone d'1h de film en streaming reste plus faible que sur format DVD. La définition vidéo joue fortement sur les impacts

Résultats des différents scénarios sur le service « regarder un film »



- **Contribution importante du DVD** (fabrication) sur l'indicateur climat, notamment s'il est peu réutilisé -> **jusqu'à 400 gCO₂eq / heure** de film
- Le streaming en définition standard est **moins impactant que le format DVD**, que ce soit sur TV, ordinateur ou smartphone.
- La **définition vidéo joue significativement sur les impacts** des scénarios en streaming : de **59 à 116 gCO₂eq / heure** sur le scénario TV entre une définition standard (720p) et haute définition (4k).
- Sur l'indicateur ressources, le DVD a une contribution faible, et le streaming haute définition sur TV peut s'avérer plus impactant que le DVD.
- L'évaluation des impacts par heure **ne capte pas l'effet rebond** sur la demande provoquée par la digitalisation de ce service.

« Ecouter de la musique » : le scénario sur CD meilleur que le streaming sur smartphone + enceinte sur l'indicateur carbone, mais pire sur les ressources



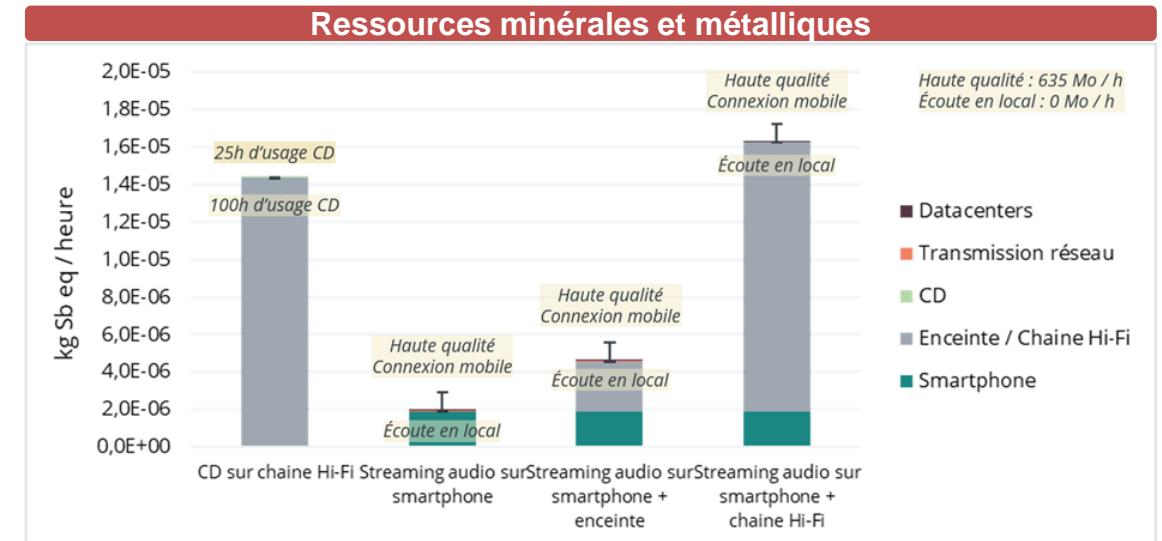
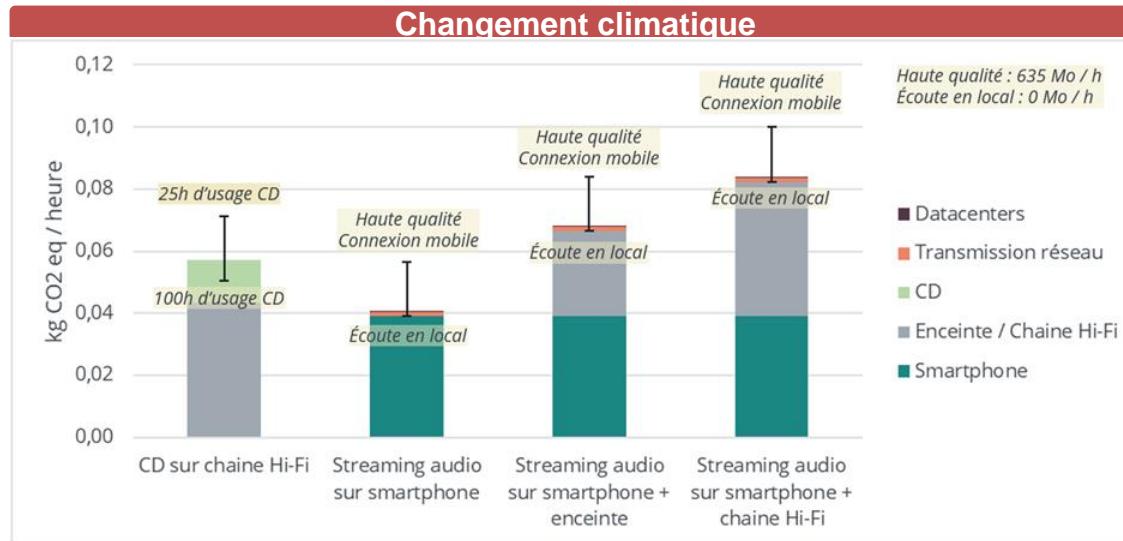
- Données par défaut :**
- CD : 50 utilisations sur DDV
 - Débit moyen streaming : 222 kbps
 - Connexion au réseau fixe

- Interprétations :**
- Streaming plus impactant que CD sur l'impact climatique. Mais **variabilité importante sur l'amortissement du CD.**
 - Faible contribution des réseaux et datacenters. Cela dépend du débit : **par défaut 222 kbps, peut monter à 1411 kbps.**
 - La smartphone peut également se connecter au **réseau mobile**, dont l'impact est différent
 - D'autres équipements sont utilisables avec le smartphone (écouteurs, chaîne hi-fi). D'autres scénarios sont analysés dans l'étude complète pour couvrir ces usages.

D'autres scénarios (équipements...) et des analyses de sensibilité sur les paramètres sont nécessaires pour mieux comparer ces deux systèmes. Celles-ci sont présentées dans la slide suivante.

Musique : les impacts dépendent beaucoup des équipements. La qualité audio et le type de réseau peuvent jouer sur les impacts

Résultats des différents scénarios sur le service « écouter de la musique »



- Sur le scénario physique, l'amortissement du CD fait fortement varier l'impact carbone : 50 à 71 gCO₂eq/heure pour une durée de 100h ou 25h d'usage total
- Contribution importante des équipements (notamment fabrication) sur les impacts climat et ressources, sur tous les scénarios.
- La contribution des réseaux et datacenters reste limitée pour le débit moyen ou basse qualité (222 ou 128kbps). L'écoute en haute qualité demande un débit 10 fois plus élevé -> +7% sur l'impact carbone du scénario smartphone + enceinte.
- L'impact carbone d'1 Go transmis sur le réseau mobile est en moyenne 3 fois plus élevé que sur le réseau fixe -> +2% sur ce même scénario.

Limites de l'étude

- **Disponibilité (opacité fournisseurs) et représentativité des données**
 - Profils usager
 - Terminaux utilisateurs
 - Datacenters (opacité forte des données cloud)
 - Données du secteur TIC très vite obsolètes
- **Variabilité des paramètres et incertitudes**
 - Intensité d'usage et durée de vie
 - Incertitudes importante sur les indicateurs de moindre niveau de confiance (ressources)
- **Non prise en compte de l'effet rebond** (biais de l'ACV), et des **autres effets indirects du numérique** : nécessité d'avoir une vision holistique globale de l'impact (hors périmètre de l'étude), cf volet prospective étude nationale

Focus sur l'effet rebond : illustration sur le visionnage de DVD et de vidéos en streaming

- **Volume de ventes de DVDs** (en nombre de disque) en France :
 - 2012 : 105,9 millions
 - 2020 : 53,2 millions

Source : <https://fr.statista.com/statistiques/499670/vente-dvd-france/>

- **Nb d'heures de visionnage de vidéos** (vidéos, films ou programmes audiovisuels) sur internet par personne :
 - 2012 : 1,5 heures par semaine
 - 2020 : 6,3 heures par semaine

Source : Baromètre du Numérique 2021, ARCEP

→ Volume de visionnage en France (heure)

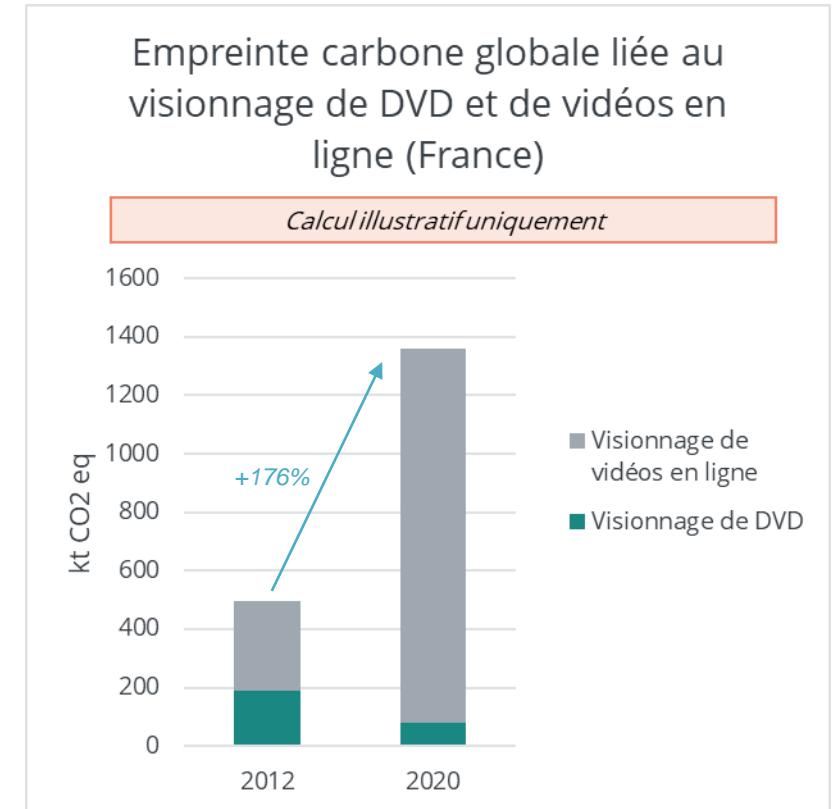
	2012	2020
DVD	847,7 millions	365 millions
Vidéos en ligne	4 270 millions	17 937 millions

divisé par >2 (entre DVD 2012 et DVD 2020)
multiplié par >4 (entre Vidéos en ligne 2012 et Vidéos en ligne 2020)

Impact carbone considéré (g CO₂ eq / h)

224

77



4

Recommandations à destinations des fournisseurs et utilisateurs de services culturels numériques

Recommandations aux utilisateurs de services culturels numériques

- **Liseuse numérique :**

- **Prolonger la durée de vie** de sa liseuse (protections de type verre trempé et coque pour limiter les risques de casse).
- **Amortir son équipement** : si l'on possède une liseuse, privilégier son utilisation devant l'achat additionnel de livres papier.
- L'impact carbone d'une liseuse est **amorti au bout de 50 lectures** par rapport à des livres papier neufs.



- **Musique en streaming :**

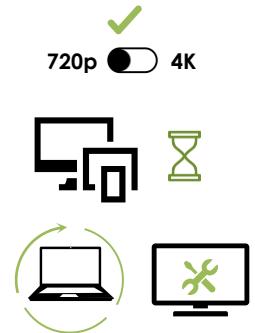
- **Eviter la multiplication des équipements auxiliaires** (chaîne hi-fi, enceinte connectée, ...)
- Utiliser le **téléchargement en local** permet de réduire la consommation de données, plutôt que de streamer le même contenu à chaque écoute
- L'écoute en haute qualité augmente le débit, et ainsi les impacts liés à la transmission, **préférer des qualités inférieures**
- Utiliser le **réseau internet fixe** si disponible, plutôt que le **réseau mobile**, ou télécharger les morceaux à domicile pour les écouter dans les transports en commun ou dans la rue par exemple.



Recommandations aux utilisateurs de services culturels numériques

- **Film en streaming :**

- **Diminuer la définition vidéo** : en définition UHD ou 4K, l'impact du streaming est deux fois plus élevé qu'en définition standard (720p).
- **Prolonger la durée de vie des équipements** (TV, ordinateur, smartphone).
- Lors de l'achat, **privilégier des équipements d'occasion ou reconditionnés**.
- **Préférer de regarder des vidéos de manière collective** plutôt qu'individuellement (question de la mutualisation des équipements)



- **Jouer aux jeux vidéo en téléchargement direct ou en cloud gaming :**

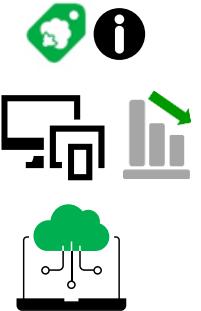
- **Prolonger la durée de vie des équipements**, notamment de la console.
- **Eviter la multiplication des équipements** (ordinateur de gaming, console, casques de réalité virtuelle).
- Le téléchargement du jeu entraîne des impacts via les réseaux et datacenters. Il est donc recommandé **d'éviter de télécharger des jeux auxquels on ne jouera pas ou peu**.
- Si l'on est équipé d'une console, il est recommandé de **privilégier le téléchargement du jeu devant le cloud gaming, à moins de vouloir tester le jeu sur un court temps**.
- En cloud gaming, la consommation de données est conséquente. **Diminuer la définition du jeu quand c'est possible** : passer d'une définition 4K à 720p diminue de 52% l'impact carbone du cloud gaming



Recommandations aux fournisseurs de services culturels numériques

- **Recommandations générales :**

- **Evaluer l'impact environnemental de ses services numériques par l'ACV** mis à disposition aux utilisateurs, **de manière ex-ante** si possible sinon après lancement des services numériques, notamment pour les prochains services (ex : « métavers »)
- **Ecoconcevoir ses services numériques**, pour chaque acteur de la chaîne de valeur (service lui-même, équipement, ...)
- **Héberger ses données ou ses applicatifs dans des datacenters plus performants** (faible PUE, localisation dans un pays avec une intensité carbone faible, faible consommation en eau, ...), qui eux-mêmes doivent être exhaustifs dans le calcul de l'impact environnemental (ex : actuellement, scope 3 considéré incertain, cf article Boavizta)



- **Recommandations aux fournisseurs de streaming audio :**

- Par défaut, **désactiver les vidéos et autres animations pendant la lecture des titres audios pour les utilisateurs** (clip, paroles, ...)
- Encourager le « **smart cache** » pour réduire la consommation de données des utilisateurs
- Par défaut, **adapter la qualité de l'audio aux performances de l'équipement utilisateur**



- **Recommandations aux fournisseurs de streaming vidéo :**

- Donner la possibilité de **réduire la définition vidéo par défaut (ex : 720p plutôt que 1080p ou au-delà)**
- **Supprimer la lecture automatique des vidéos (autoplay)** pour éviter l'effet « binge watching »
- **Informé l'utilisateur sur son temps de visionnage**

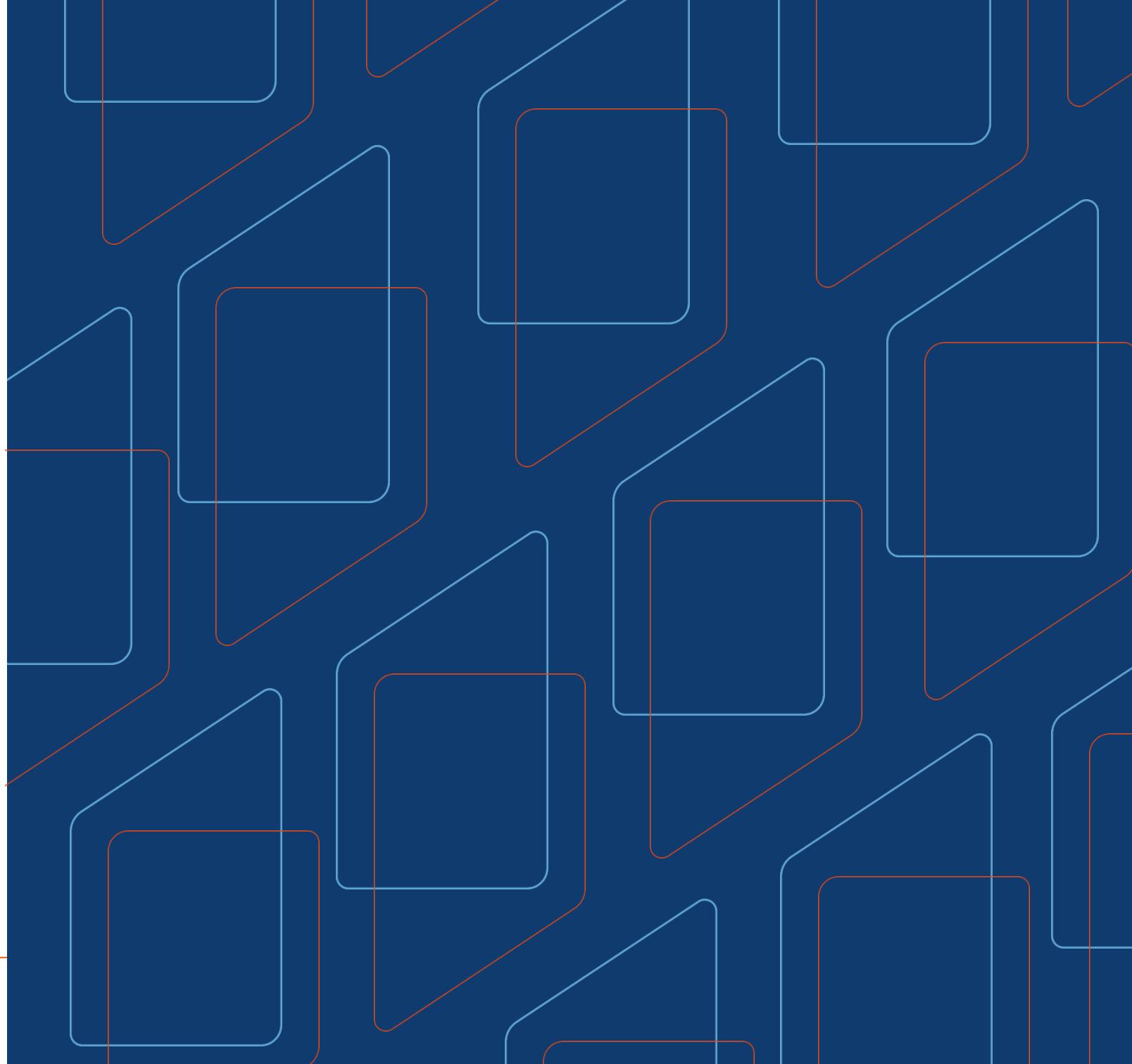


- **Recommandations pour le secteur du jeu vidéo** (studio, éditeurs, fabricants, distributeurs)

- **Privilégier des petites résolutions de jeu plutôt** que d'encourager l'achat de matériel pour pouvoir en profiter (2k, 4k, 8k, VR, etc) ;
- Chercher à **minimiser la consommation de données** (gameplay, interface) **et la consommation électrique** (veille, etc.) ;
- Utiliser des techniques de **DownloadAsYouProgress**



Questions / Réponses



5

Échanges



Replay et supports



OBJETS CONNECTÉS ET CLEANTECH : L'IMPACT CARBONE EST-IL UN CRITÈRE LORS DES LEVÉES DE FOND?
WEBCONF' APCC n° 15
 le 25 Janvier 2017 à 11h00

LE TRANSPORT ROUTIER DE VOYAGEURS PEUT-IL ÊTRE ÉCO-RESPONSABLE (1/2)?
WEBCONF' APCC n° 16
 le 25 Février 2017 à 11h00

LE TRANSPORT ROUTIER DE VOYAGEURS PEUT-IL ÊTRE ÉCO-RESPONSABLE (2/2)?
WEBCONF' APCC n° 17
 le 1^{er} Mars 2017 à 11h00

RISQUE PHYSIQUE CLIMAT : DES FONDAMENTAUX À L'ÉVALUATION DU RISQUE FINANCIER
WEBCONF' APCC n° 18
 le 18 Mai 2017 à 11h00

FAIRE DES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE UN LEVIER DE PERFORMANCE
WEBCONF' APCC n° 19
 le 13 Juin 2017 à 11h00

COMMENT DÉFINIR SON ENGAGEMENT POUR LES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE?
WEBCONF' APCC n° 20
 le 30 Juin 2017 à 11h00

STRATÉGIE POUR UN BÂTIMENT DE BUREAUX BAS CARBONE
WEBCONF' APCC n° 21
 le 21 Nov. 2017 à 11h00

RÉALISER VOTRE PCAET ET SON ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE MÉTHODES, MOYENS ET CLÉS DE RÉUSSITE
WEBCONF' APCC n° 22
 le 13 Mars 2018 à 11h00

ÉTABLISSEMENTS SANITAIRES ET MÉDICO-SOCIAUX : QUEL EST VOTRE INTÉRÊT À PASSER DU BILAN GES RÉGLEMENTAIRE AU BILAN CARBONE® ?
WEBCONF' APCC n° 23
 le 13 Mars 2018 à 11h00

RÉPONDRE AUX ENJEUX CLIMATIQUES VIA L'ALIMENTATION : QUELLES INITIATIVES SONT CRÉÉES ? PAR QUELS ACTEURS ? POUR RÉPONDRE À QUELS FREINS ?
WEBCONF' APCC n° 24
 le 13 Mars 2018 à 11h00

PLANS DE MOBILITÉ : ENJEUX, BÉNÉFICES ET MÉTHODOLOGIES
WEBCONF' APCC n° 25
 le 12 juillet 2018 à 16h00

COMMENT METTRE EN ŒUVRE ET ÉVALUER SA STRATÉGIE BAS CARBONE TOUT AU LONG DE SA CHAÎNE DE VALEUR ?
PRÉSENTATION DE L'INITIATIVE ACT
WEBCONF' APCC n° 26
 le 11 septembre 2018 à 11h00

DÉCRYPTAGE DU RAPPORT SPÉCIAL 1,5°C DU GIEC
WEBCONF' APCC n° 27
 le 28 novembre 2018 à 12h00

DEMAIN, TOUS MALADES DES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?
WEBCONF' APCC n° 28
 le 04 décembre 2018 à 11h00

UTILISER LE BILAN DES ÉMISSIONS GES DU TERRITOIRE COMME OUTIL DE MOBILISATION DES ACTEURS
WEBCONF' APCC n° 29
 le 29 janvier 2019 à 10h30

LA COMMUNICATION, FACTEUR DE SUCCÈS DE VOTRE PLAN DE MOBILITÉ
WEBCONF' APCC n° 30
 le 28 février 2019 à 11h00

SÉQUESTER DU CARBONE DANS LES SOLS ET FORÊTS : CONNAÎTRE ET AGIR
 Ressources développées par l'ADEME et retour d'expérience
WEBCONF' APCC n° 31
 le 07 mars 2019 à 11h00

MANAGEMENT DE LA MOBILITÉ : LA RÉUSSITE DU PLAN DE MOBILITÉ !
WEBCONF' APCC n° 32
 le 27 juin 2019 à 14h00

DÉPLACEMENTS PROFESSIONNELS : LE DÉPLOIEMENT D'UNE FLOTTE DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES
WEBCONF' APCC n° 33
 le 04 juillet 2019 à 11h00

VÉLO ET ENTREPRISE : UNE POLITIQUE GAGNANTE
WEBCONF' APCC n° 34
 le 19 décembre 2019 à 11h00

LOI D'ORIENTATION DES MOBILITÉS : QUELLES OBLIGATIONS ET QUELLES OPPORTUNITÉS POUR LES EMPLOYEURS ?
WEBCONF' APCC n° 35
 le 11 février 2020 de 11h00 à 12h00

DOCUMENTS D'URBANISME ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : LE RÔLE DE L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE
WEBCONF' APCC n° 36
 le 20 février 2020 de 11h00 à 12h00

AIR CLIMAT ÉNERGIE : QUELS INDICATEURS POUR UN SUIVI EFFICACE DE VOS TERRITOIRES ?
WEBCONF' APCC n° 37
 le 25 février 2020 de 11h00 à 12h00

RÉSEAUX DE CHALEUR, COMMENT ALIMENTER UN HÔPITAL ET SON QUARTIER GRÂCE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES ?
WEBCONF' APCC n° 38
 le 27 février 2020 de 11h00 à 12h00

Événement
Webconf APCC #42

Événement
Webconf APCC #43

Événement
Webconf APCC #44

Événement
Webconf APCC #45

Événement
Webconf APCC #46

Événement
Webconf APCC #47

Événement
Webconf APCC #48

Événement
Webconf APCC #49

Événement
Webconf APCC #50

Événement
Webconf APCC #51

Événement
Webconf APCC #52

Événement
Webconf APCC #53

Événement
Webconf APCC #54

Événement
Webconf APCC #55

Événement
Webconf APCC #56

Événement
Webconf APCC #57

Événement
Webconf APCC #58

Événement
Webconf APCC #59

Événement
Webconf APCC #60

Événement
Webconf APCC #61

Événement
Webconf APCC #62

SVT

SOMMETS VIRTUELS DE LA
TRANSITION

L'OBJECTIF :

**Accélérer la décarbonation
dans les organisations et sur les territoires**



VOUS AVEZ LE POUVOIR D'AGIR POUR METTRE EN OEUVRE DES ACTIONS CONCRÈTES :



Face au
changement
climatique



SOMMET VIRTUEL
DU **CLIMAT**

JUIN 2023

Pour une
mobilité
durable



SOMMET VIRTUEL DE LA
MOBILITÉ DURABLE

DÉBUT 2024

2x 10 JOURS DE WEBCONFÉRENCES ET ATELIERS DÉDIÉS AUX :



**ENTREPRISES ET
ORGANISATIONS**



**COLLECTIVITÉS
ET TERRITOIRES**



**DES LEVIERS
D' ACTIONS
CONCRETS**



**DES APPORTS
D' EXPERTISE
TECHNIQUE**



**DES RETOURS
D' EXPÉRIENCES
INSPIRANTS**

Vous réalisez des études ou des missions de conseil sur les thématiques suivantes ?

- Mobilité / Plan de Déplacement Entreprise
- Adaptation au changement climatique
- Stratégie carbone (SBTI/ACT)
- Compensation et comptabilité carbone
- Accompagnement aux certifications ISO 50001 / ISO 14001

- Plans Climat Air Energie Territoriaux (PCAET)
- Planification Energétique des Territoires
- Evaluation de Plans Climat
- Energies Renouvelables
- ACV / Eco-conception

Adhérez !

Être en réseau

Vous vous inscrivez dans une démarche d'échange et d'amélioration continue



Être visible

Vous êtes identifié.e et reconnu.e comme expert.e par vos prospect.e.s et client.e.s



Être représenté.e

Vous participez à la reconnaissance de la profession auprès des pouvoirs publics et des parties prenantes



Être informé.e

Vous bénéficiez du partage d'informations métiers de manière concise, pertinente et régulière



Être bénéficiaire

Vous bénéficiez de tarifs préférentiels auprès de nos partenaires



Là pour vous !

Envie de visibilité sur nos événements, ou d'un partenariat ?

TRAVAILLONS ENSEMBLE !



Vous êtes en recherche d'un.e prestataire ou d'un.e expert.e ?

CONTACTEZ-NOUS !

Partenaire de l'annuaire APCC

ANNUAIRE APCC

PRO DURABLE
PROFESSEURS - EXPERTS - FORMATEURS

Association des Professionnels en Conseil Climat Énergie et Environnement

Rechercher

Rechercher

Compétences climat

Compétences mobilité durable

Compétences complémentaires

Spécialités sectorielles

Labellisations / Certifications interne

Accréditations

Zones d'intervention en France

Zones d'intervention à l'international

120 membres

<https://annuaire.apc-climat.fr/>



Association des
Professionnels en
Conseil Climat Energie
et Environnement



MERCI !

Restons en contact :

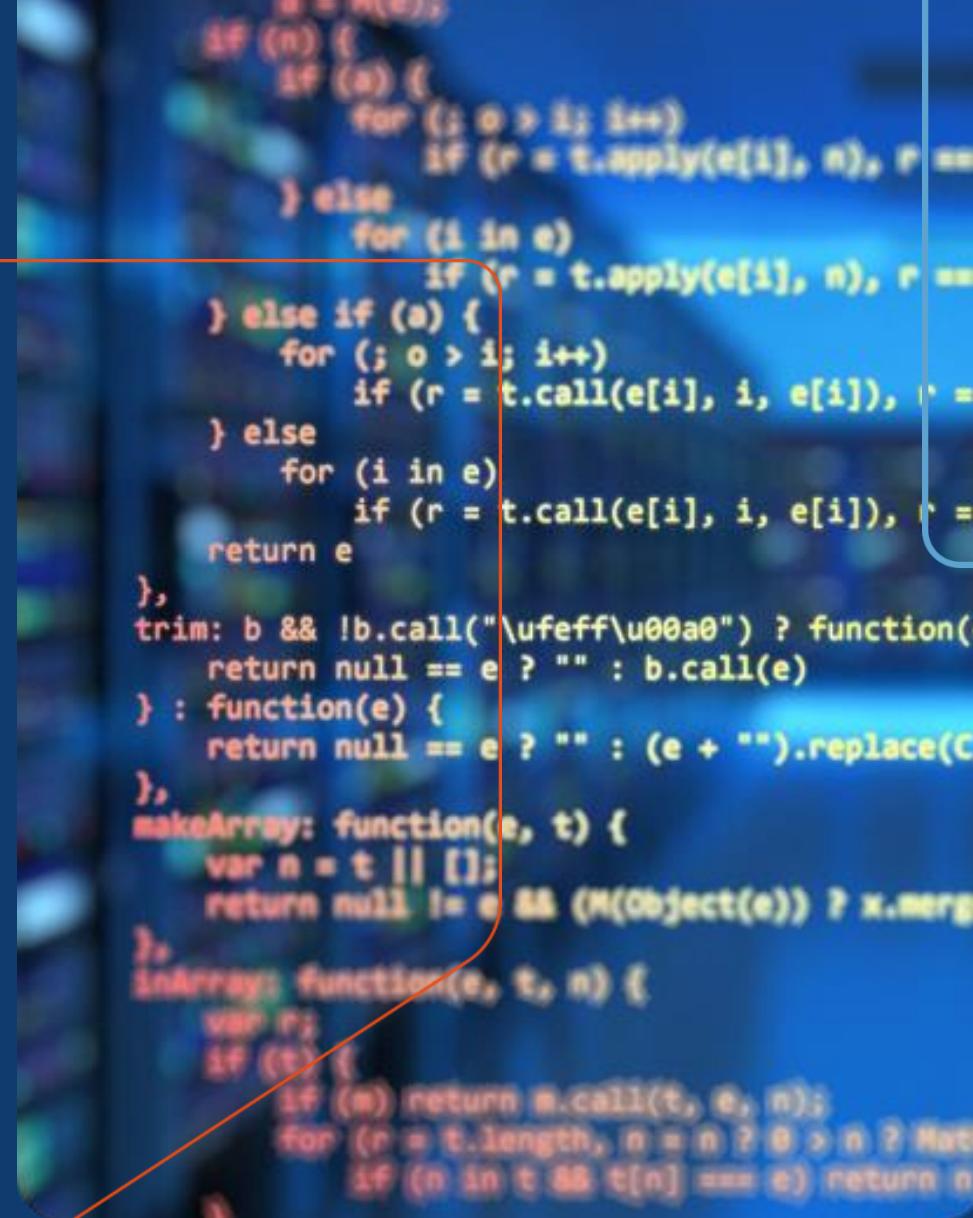
contact@apc-climat.fr
www.apc-climat.fr

@APCClimat



Votre avis est important pour nous !

Merci de répondre au sondage
en fin de session



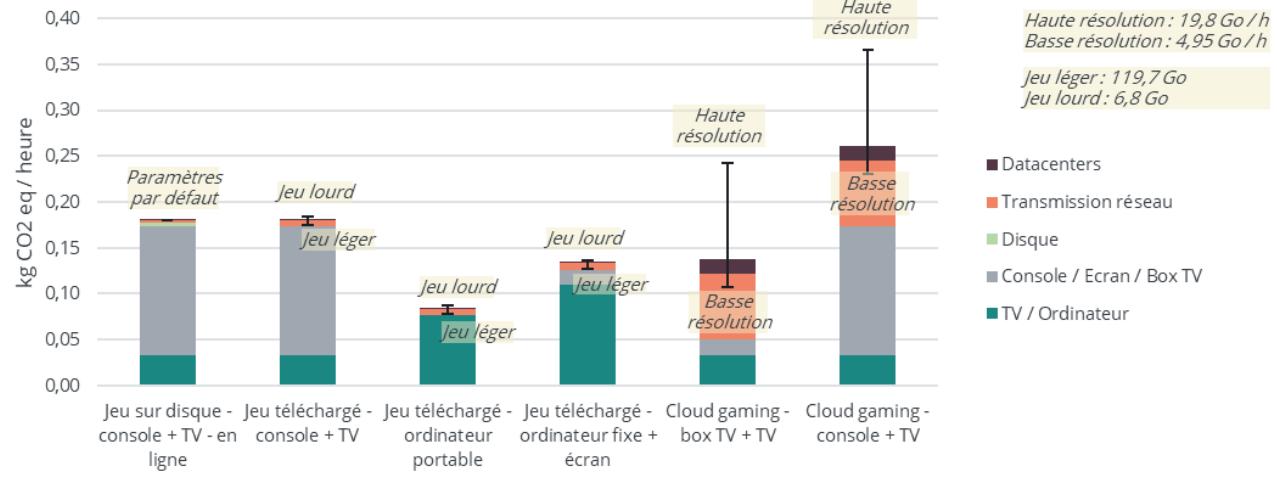
The background is a solid dark blue. On the left side, there are two overlapping rounded rectangular shapes. The outer one is light blue and the inner one is orange. A vertical white line passes through the center of the orange shape. Two white circles are positioned on this line: a larger one is on the light blue shape, and a smaller one is on the orange shape. A thin white horizontal line runs across the bottom of the page.

ANNEXES

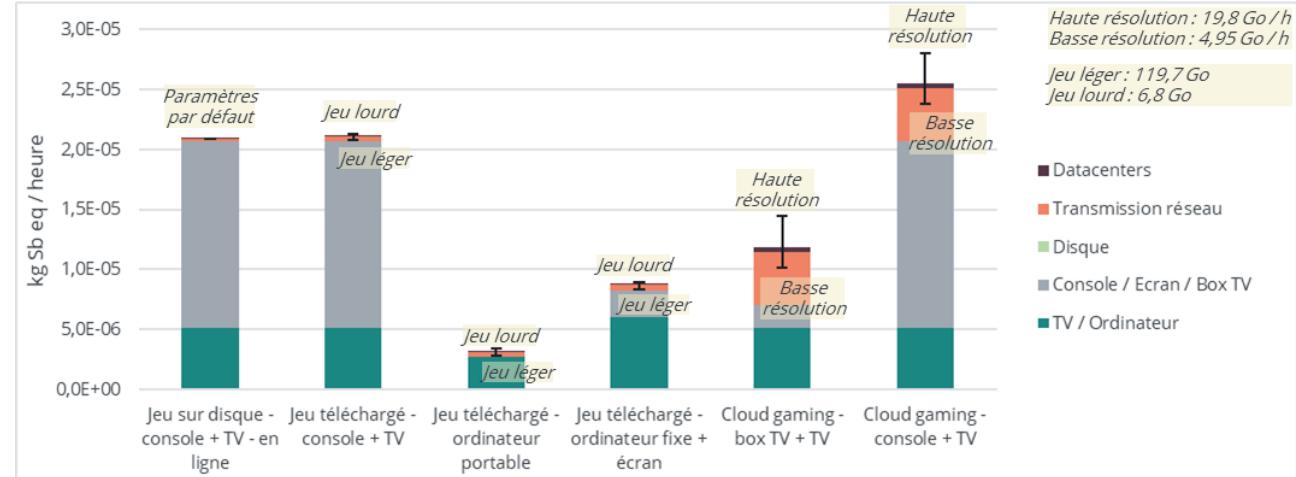
Jeu vidéo : le cloud gaming peut s'avérer plus impactant selon la définition et selon la performance des datacenters.

Résultats des différents scénarios sur le service « jouer à un jeu vidéo »

Changement climatique



Ressources minérales et métalliques



- Par défaut, contribution faible du disque ou du téléchargement du jeu (amorti sur 182h), même pour un jeu lourd.
- Les scénarios qui se passe de console sont moins impactants (notamment ressources). ⚠ Représentativité limitée de l'ordinateur de gaming.
- La **définition du jeu et la performance des datacenters** joue significativement sur les impacts des scénarios de **cloud gaming** : on obtient une fourchette de **108 à 242 gCO₂eq / heure** sur le scénario cloud gaming sur box TV.
- Le scénario cloud gaming sur console montre un cas de suréquipement. C'est le scénario le plus impactant sur les 2 indicateurs.
- **Comparabilité limitée entre le cloud gaming et un jeu amorti sur 182h -> une analyse sur de plus faibles temps de jeu est nécessaire.**