

# Les impacts environnementaux du numérique

Gauthier Roussilhe

# Bio

Doctorant au RMIT, spécialisé sur les effets environnementaux de la numérisation

Expert analyste chez Hubblo

Spécialiste de l'évaluation environnementale des effets indirects de la numérisation/ solutions numériques

Intervenant Sciences Po Paris

# Les grandes questions de recherche dans le domaine

Question #1

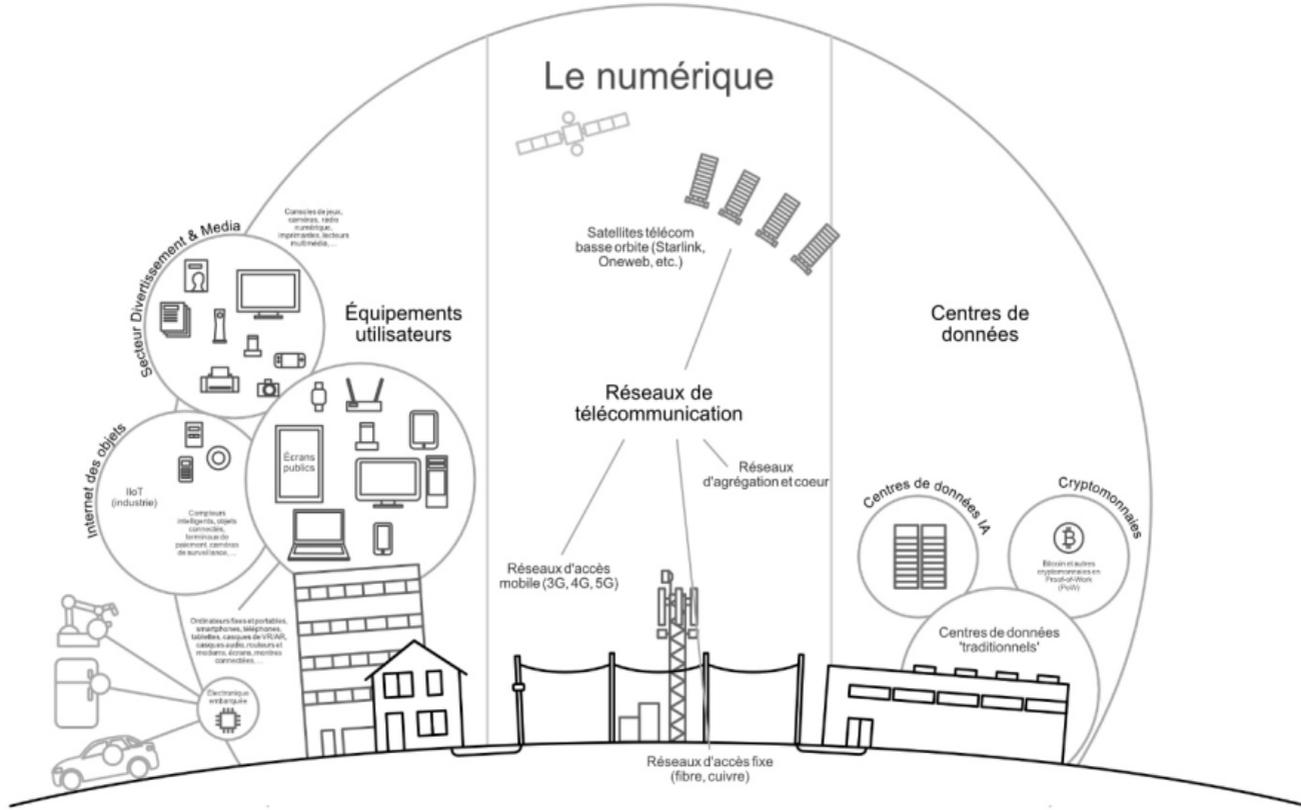
Quelle est l'empreinte environnementale du secteur numérique et ses tendances ?

Question #2

Est-ce que la numérisation sert à la transition écologique ?

# #1 L'empreinte et ses tendances

# Le périmètre



# Penser en cycle de vie



Extraction des ressources



Fabrication



Transport



Usage

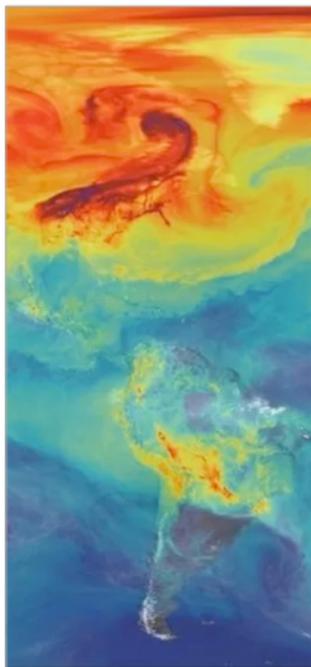


Fin de vie

# Évaluer les impacts



Consommation d'énergie



Émissions de gaz à effet de serre



Consommation de ressources abiotiques (minérales)



Consommation d'eau

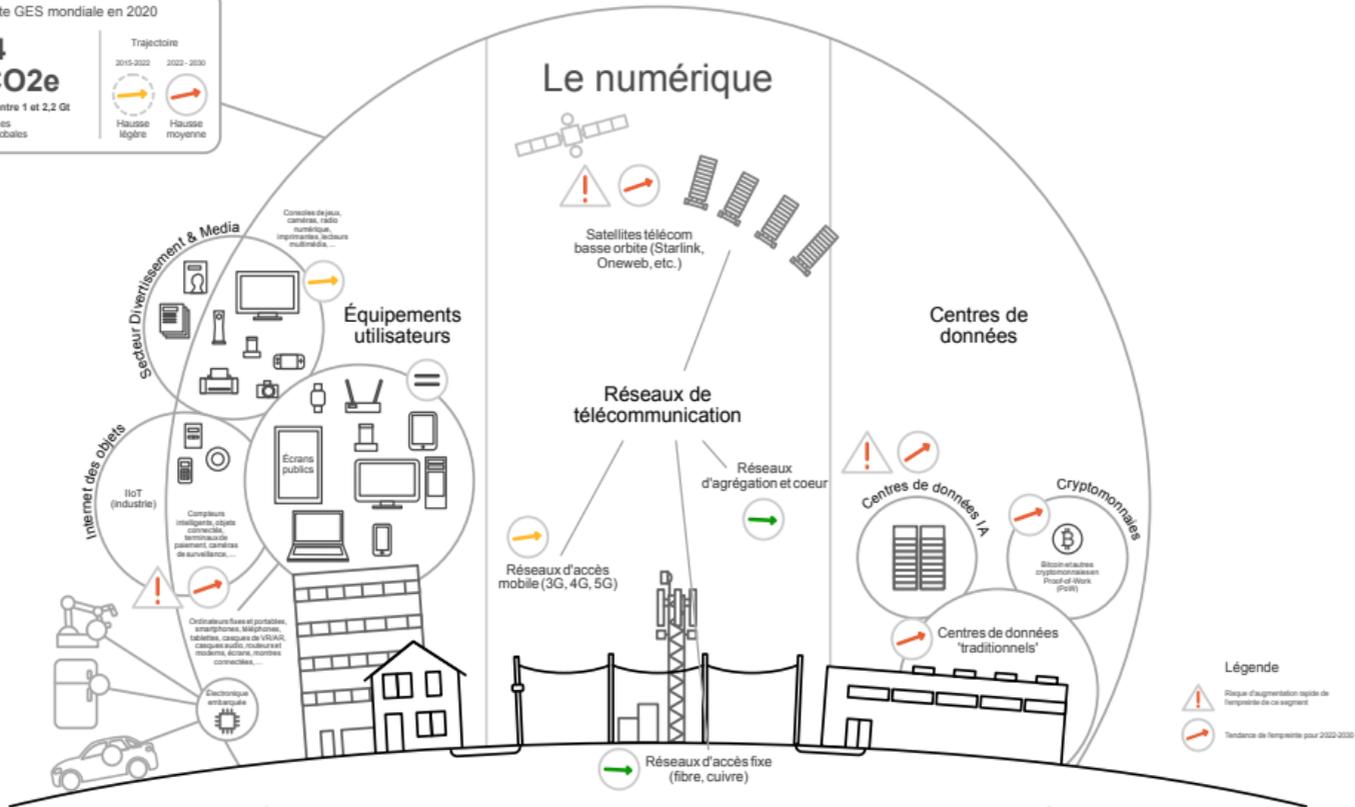
Empreinte GES mondiale en 2020

**1,54**  
**GtCO<sub>2</sub>e**

Intervalle entre 1 et 2,2 Gt  
1,8 à 3,9% des émissions globales

Trajectoire

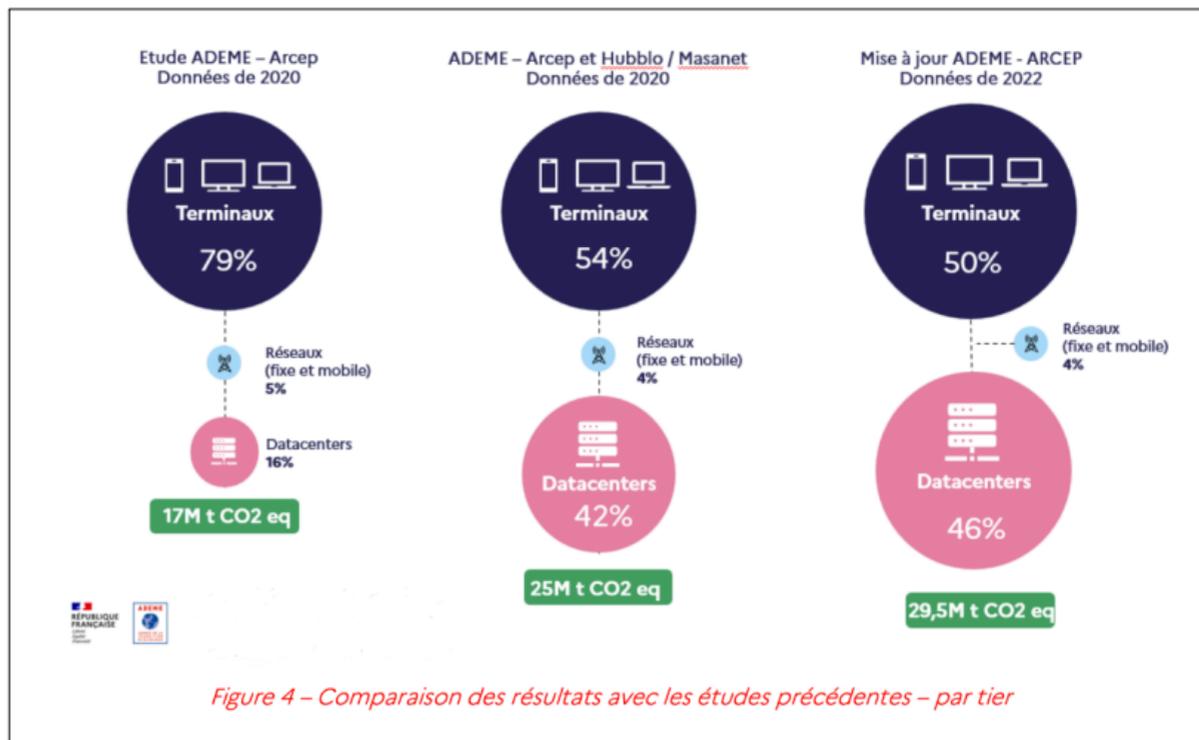
2015-2022 2022-2030



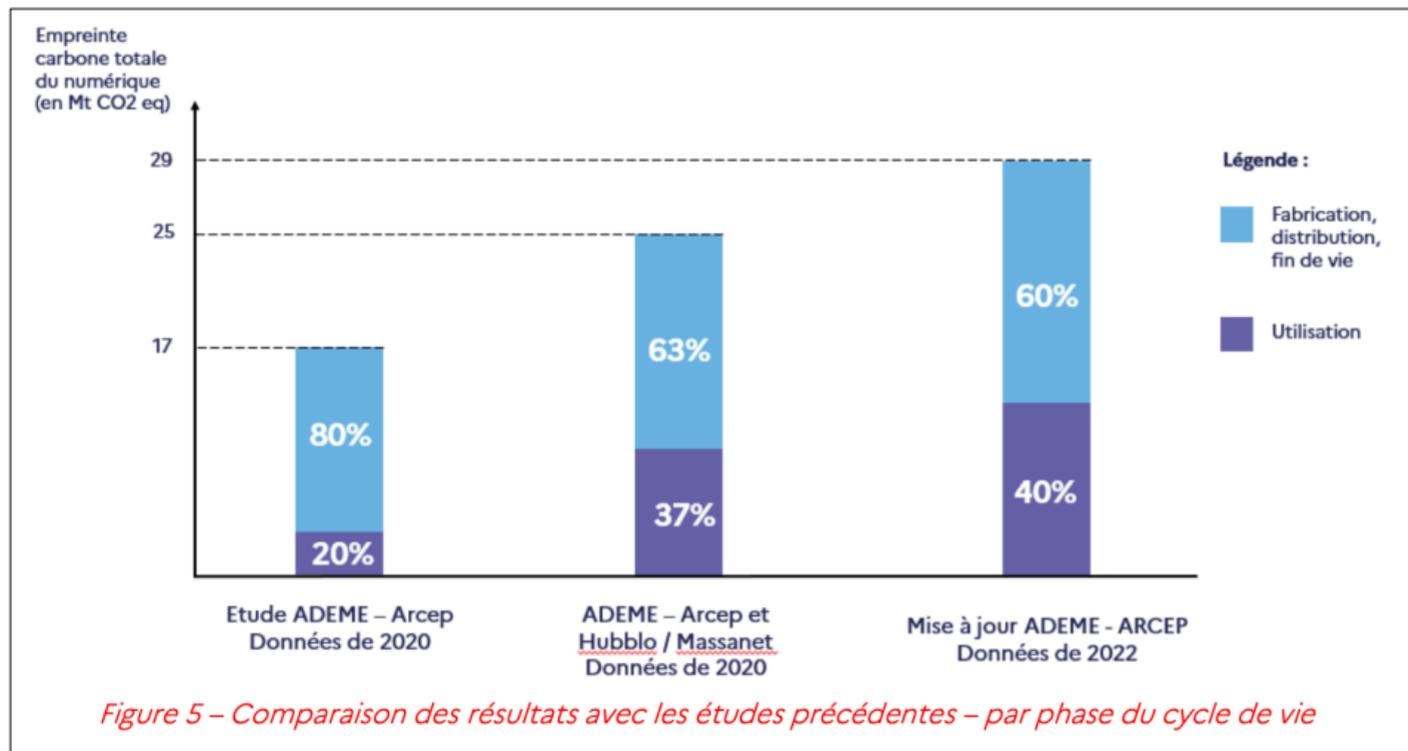
# Et en France ?

29,5 MtCO<sub>2</sub>e, soit 4,4% de l'empreinte française en 2022

51,5 TWh, soit 11% de la consommation électrique française



# Et en France ?



# Quelques exemples : lire

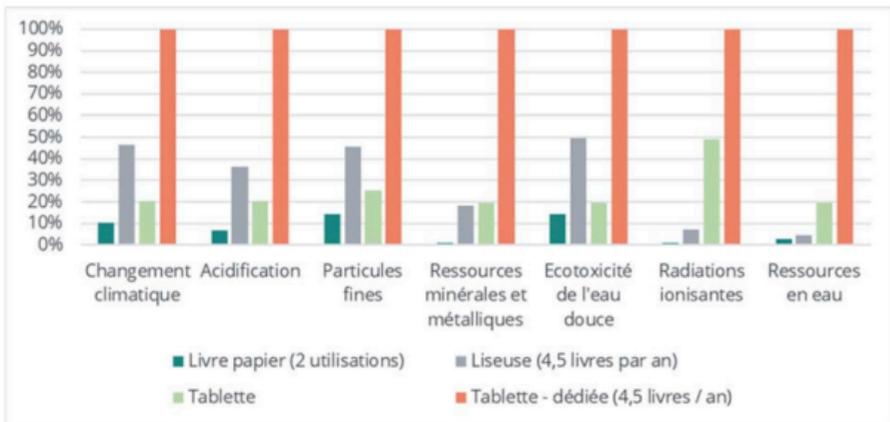


Figure 9 – Comparaison des résultats environnementaux des différents scénarios pour l'UF « lire un roman de 300 pages en France en 2020 »<sup>9</sup>

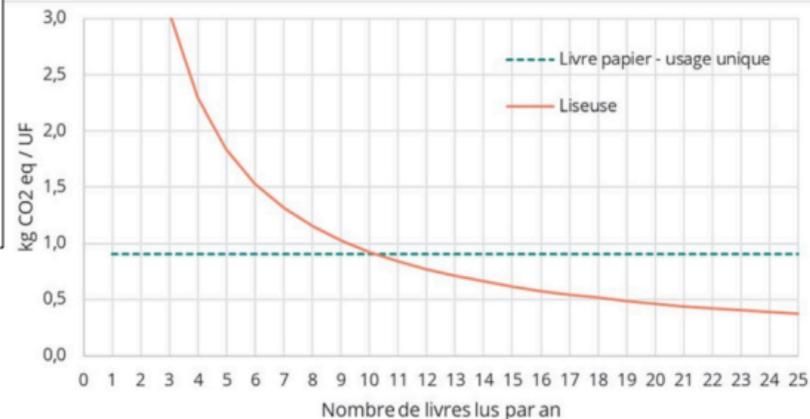


Figure 10 – Comparaison des impacts sur le changement climatique par UF entre les scénarios livre papier et liseuse selon le nombre de livres lus par an

# Quelques exemples : regarder une vidéo

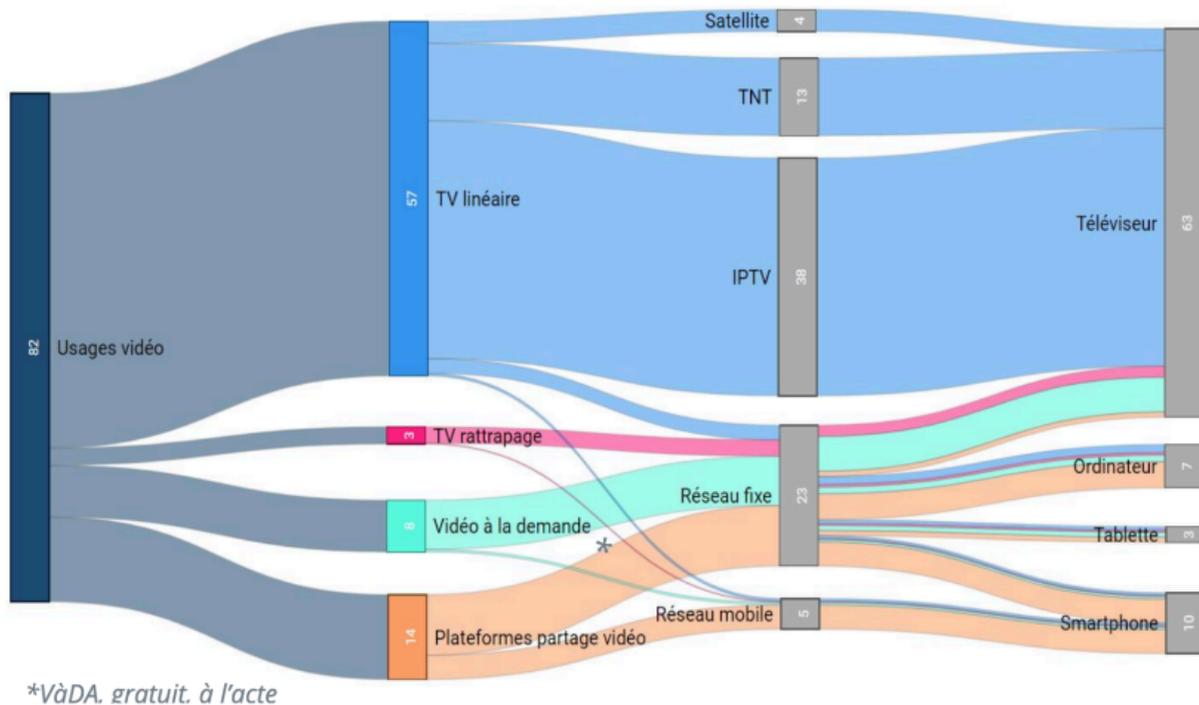
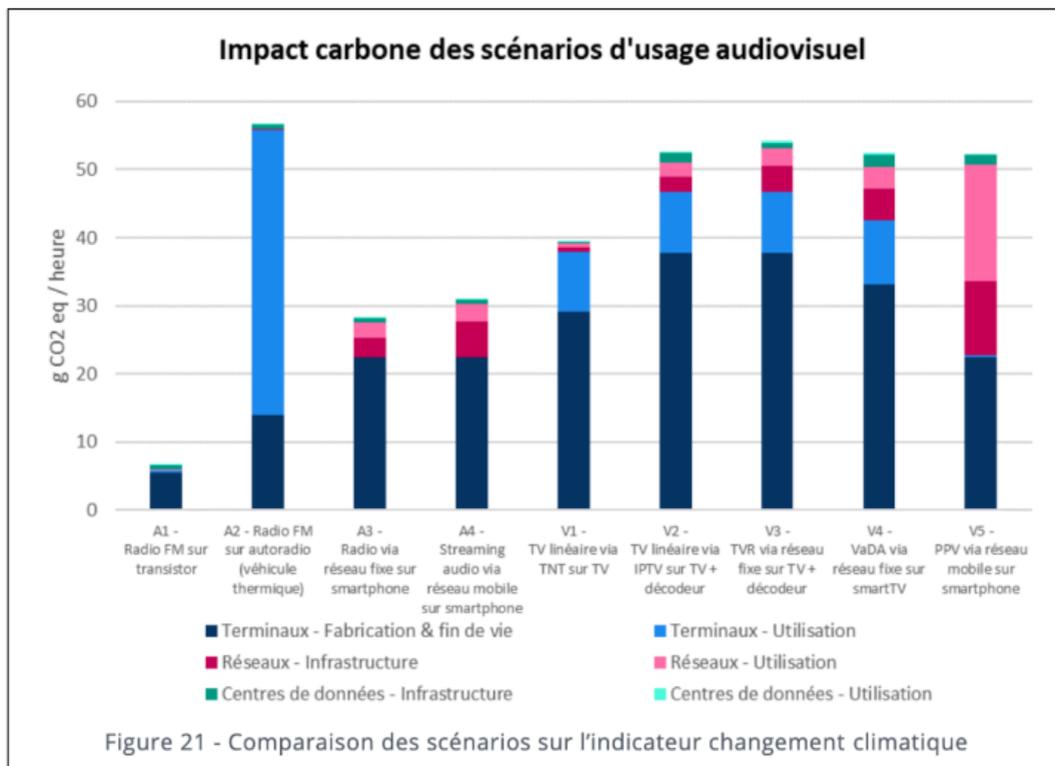


Figure 9 – Diagramme de Sankey des usages vidéo (en milliard d'heure.équipement)

# Quelques exemples : regarder une vidéo



# Comprendre la comptabilité environnementale

La comptabilité environnementale peut suivre différentes logiques en fonction de ce qu'on cherche à savoir/faire :

- Attributionnelle
- Conséquentielle court-terme
- Conséquentielle long-terme

Prenons l'exemple d'un voyage en avion...



# #2 La numérisation et la transition écologique

# Une question fondamentale

Quelle(s) forme(s) de numérisation ?

Est-ce que la numérisation sert à la transition écologique ?

Quelle transition écologique ?  
Quels objectifs ?

# Histoire d'un glissement sémantique

~1960

La dématérialisation



~1990

La société/économie  
de l'information



~2020

Les transitions  
jumelles

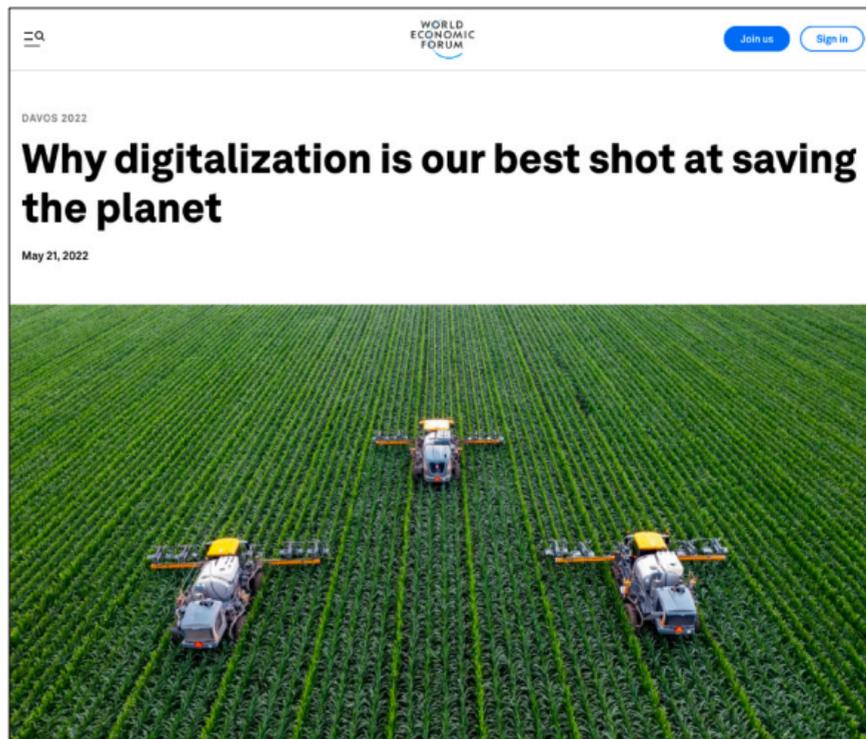
Roussilhe, G. (2025). A Tale of Twin Transitions: How Did We Come to Think That Digitization and Sustainability Go Hand in Hand. In The Palgrave Handbook of Cybersecurity, Technologies and Energy Transitions (pp. 1-14). Springer Nature Switzerland.

# Les impacts positifs

“1 tonne de CO2e émise par le numérique c'est 10 tonnes évitées dans d'autres secteurs”

"Une tonne de CO2 dépensée pour le numérique, c'est 10 tonnes de Co2 qui ne sont pas utilisées partout ailleurs. Par exemple, quand vous faites une visioconférence, vous ne voyagez pas ou quand vous utilisez des objets connectés dans les villes, vous maîtrisez plus la consommation énergétique", développe Stéphane Richard.

Stéphane Richard,  
RTL, décembre  
2020 ; Gartner,  
octobre 2022 ;  
World Economic  
Forum, 2022.



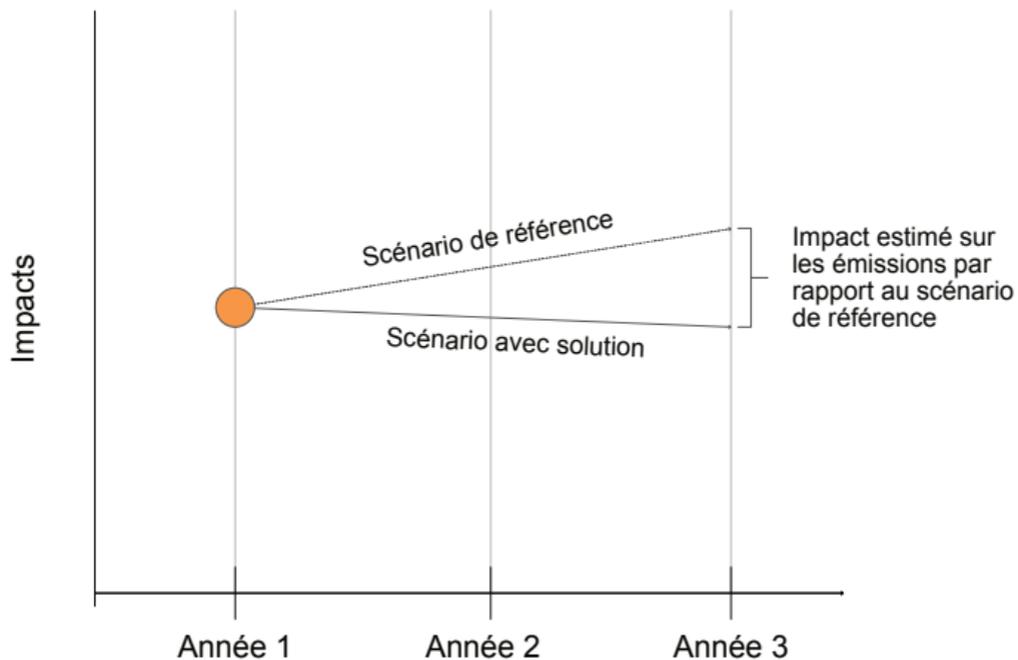
# Le tour de l'IA/IA gen

Several consulting firms put forward estimates of the environmental impacts of AI applications, although their methodologies vary and often are not publicly disclosed (Kaack et al., 2022<sup>[74]</sup>). Boston Consulting Group (BCG) estimate that AI applications could help eliminate 2.6 to 5.3 gigatons of GHG emissions (5-10% of total emissions) and generate USD 1.3 to 2.6 trillion in value in revenues and cost savings through corporate sustainability by 2030 (BCG, 2021<sup>[109]</sup>). Capgemini estimated in 2020 that AI could reduce GHG emissions by 16% and improve power efficiency by 15% by 2025 (Capgemini, 2020<sup>[110]</sup>). According to PricewaterhouseCoopers (PwC), AI could increase global GDP 4.4% and reduce GHG emissions by 4%, or 2.4 gigatons, by 2030 (PwC, 2018<sup>[111]</sup>).

OECD DIGITAL ECONOMY PAPERS © OECD 2022

OCDE, décembre 2022.

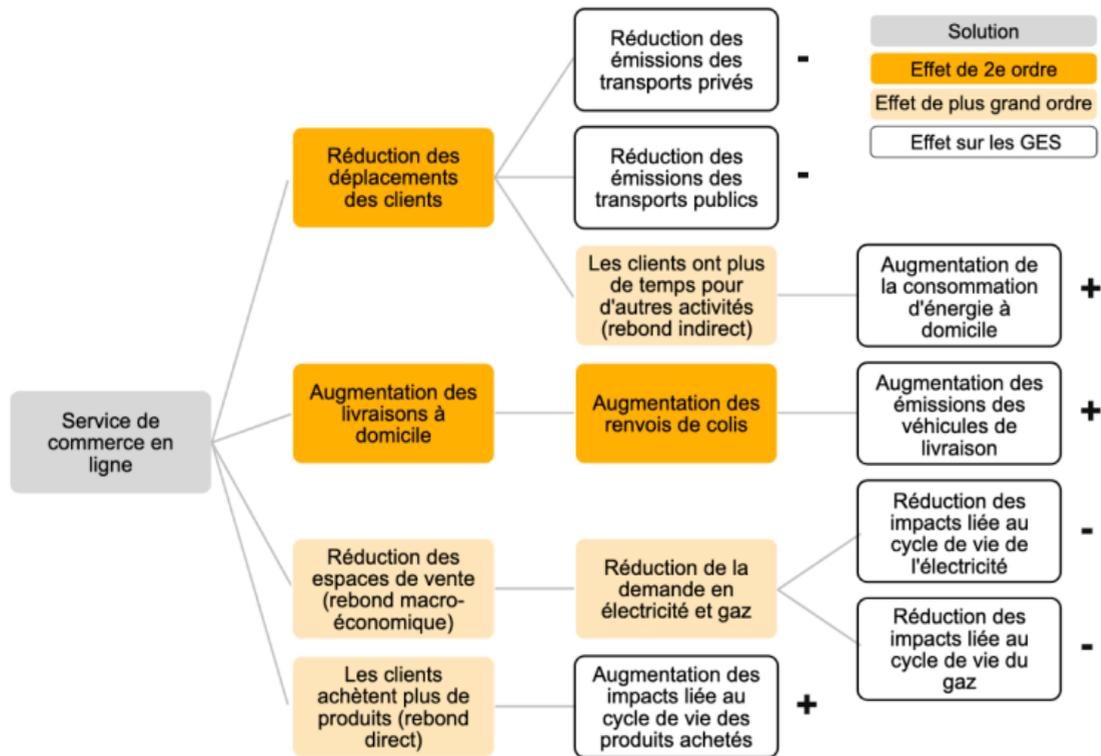
# Scénario de référence



# Taxonomie d'effets

Effets directs (de 1er ordre)	Empreinte extraction, fabrication, usage, fin de vie	Empreinte de mon GPS	
Effets indirects (second et plus grand ordre)	Optimisation, gain d'efficacité	Mon app de navigation me permet de réduire mon temps de trajet	↓
	Substitution	Mon app de navigation remplace une carte routière	↓ ↑
	Rebond direct	Je me déplace plus car les trajets sont moins longs	↑
	Induction	J'achète un support pour téléphone pour ma voiture	↑
	Rebond indirect	Je réinvestis les économies d'argent, de temps réalisées	↓ ↑
	Rebond macro-économique / transformation sociale	Transformation du système de transport, gestion du trafic	?

# Arbre de conséquences



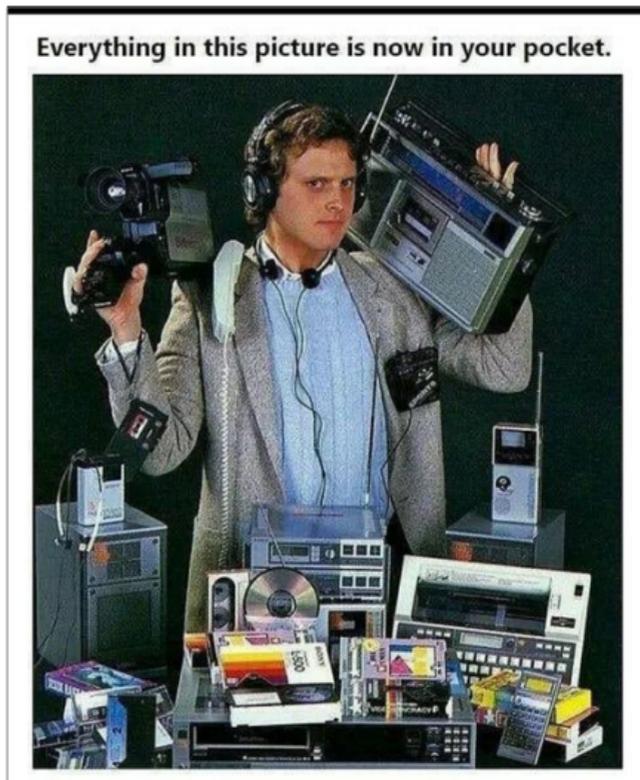
# Optimisation / efficacité

Est-ce que ma nouvelle solution est plus efficace que la solution précédente en termes de ressources, temps, argent, etc. ?



# Substitution

Est-ce que ma nouvelle solution se substitue à des équipements ou des pratiques existantes ?



# Induction

Est-ce que ma nouvelle solution induit la création de nouveaux services et de nouvelles offres ?



## Naboo, la start-up qui permet de télétravailler entre collègues dans des villas en pleine nature

Lancée en 2021, la jeune pousse gère un réseau de 150 maisons qui permettent aux équipes de se réunir, souvent en pleine campagne. Elle annonce lever 2 millions d'euros.

[Lire plus tard](#) [Commenter](#) [Partager](#) [Flexibilité au travail](#)



# Effet rebond direct

Est-ce qu'une solution plus efficace me fait l'utiliser plus que la solution précédente ?



**Microsoft Copilot** 🟡 @MSFTCopilot Ad ...

Track discussions in real time and produce conversation summaries with Copilot for Microsoft 365 and Teams.

**Copilot**  
Microsoft 365

Can I be in three meetings at once?  
**Watch me**

Swipe right >

Copilot for Microsoft 365 | Your AI assistant for work

From microsoft.com

# Effet rebond indirect

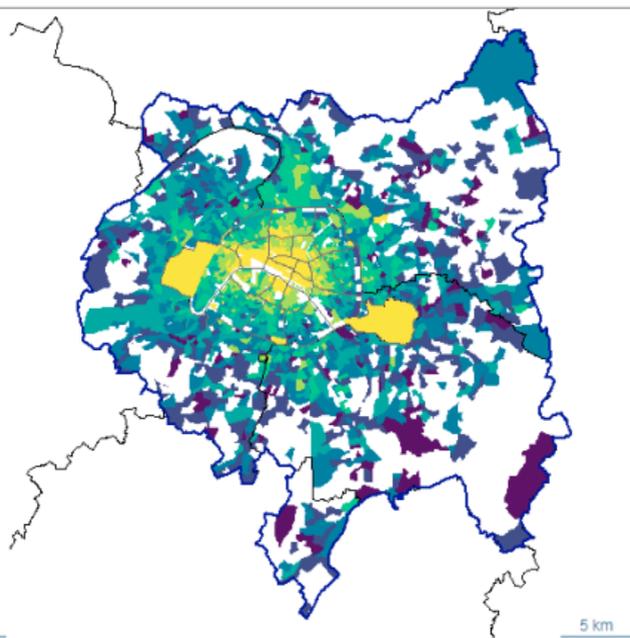
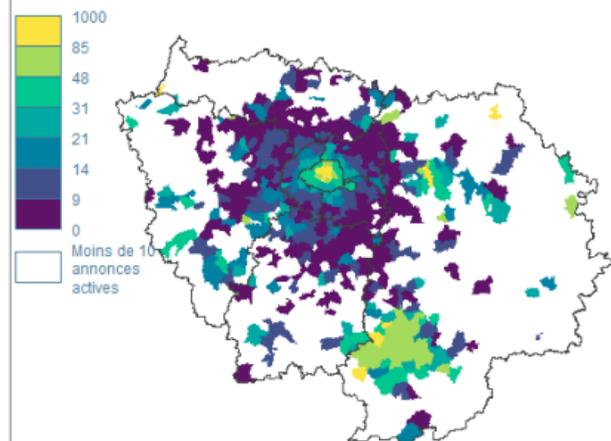
Comment sont réinvestis les gains de temps, les revenus complémentaires ou les économies d'argent ?

# Effets macro-économiques et plus

Comment une solution participe à la transformation d'un secteur économique ou de l'organisation de la société ?

## Les locations Airbnb en résidence principale, 2022

Part des annonces en résidence principale (%)



Source : AirDNA, 2023 - Réalisation : RIATE, 2023

RIATE

# Cas pratique : la liseuse

## **Scénario de référence**

Lire un livre papier

## **Conséquences directes**

Empreinte du cycle de vie de la tablette

## **Conséquences indirectes**

Efficacité / optimisation : ?

Substitution : totale, partielle, complémentaire ?

Effet rebond : augmentation du nombre de livres lus/achetés ? Augmentation des temps de lecture (soir, voyage) ?

Effet rebond indirect : bien périssable (non-transférabilité, DRM, etc.)

Effets macroéconomiques : diminution des lieux de stockage, évolution des pratiques de lecture

# Etat des connaissances scientifiques

"À l'heure actuelle, la compréhension des impacts directs et indirects de la numérisation sur la consommation d'énergie, les émissions de carbone et l'atténuation potentielle est limitée (confiance moyenne)." (GIEC 2022)

"Les résultats des études sur le potentiel de réduction des GES des TIC sont moins solides, notamment en raison de l'incertitude concernant les impacts des cas d'utilisation dans un contexte réel, les types et l'ampleur des effets de rebond à l'échelle de l'économie. **Les études existantes ne constituent donc pas une base fiable pour estimer les réductions de GES effectivement réalisées.**" (Bieser et al., 2023)

# Les objets d'analyse

Comprendre et analyser le contexte est généralement plus important que se focaliser sur la solution numérique.

Il est plus pertinent d'identifier les conditions de réussite et d'échec liées au contexte.

Solution + Contexte = Effets

# La bonne temporalité

La transition c'est de l'endurance, pas un sprint. Une solution numérique doit maintenir des impacts nets positifs, même décroissants, dans le temps.

Modèle économique stable  
ou incertain (start-up, etc.) ?

Univers contrôlé ou très  
dépendants des  
comportements d'utilisateurs  
finaux ?

Qu'est-ce qui fait réellement  
gagner de l'argent à  
l'organisation ?

# Un impact suffisant ?

Est-ce ma solution numérique permet réellement de changer la tendance d'émissions à une échelle suffisante ?

Maturité de la solution ?

Est-ce que la solution vise un secteur prioritaire à la décarbonation ?

Est-ce que les impacts ont été réalisés/prouvés à grande échelle ?

# Conclusion

Si à l'échelle globale les conséquences de la numérisation sont incertaines, a priori on peut observer qu'elles ne changent pas significativement les tendances d'émissions actuelles.

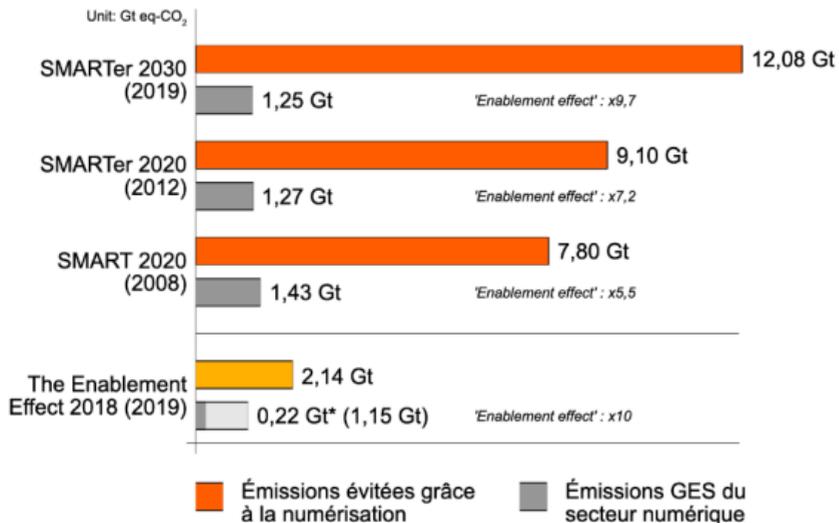
À l'échelle d'une organisation, les conséquences environnementales potentielles et réelles peuvent être plus facilement évaluées et aident à faire ressortir les rapports de force.

# Merci !

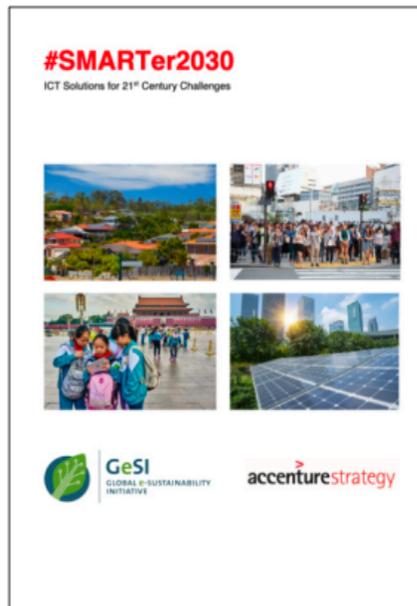
[gauthier.roussilhe@hubblo.org](mailto:gauthier.roussilhe@hubblo.org)

# Les sources

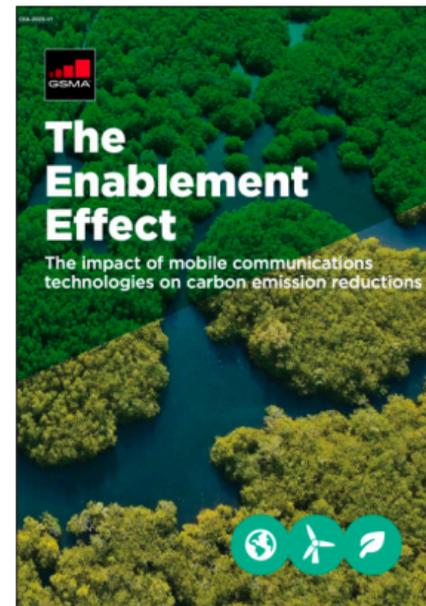
Ces affirmations proviennent généralement des rapports de GeSI et de GSMA.



\*Le rapport GSMA compare uniquement les émissions des télécommunications mobiles aux émissions potentiellement évitées par ces dernières. L'empreinte totale du secteur numérique est rappelée entre parenthèses.



Rappel Empreinte GES en 2020 :  
Chine : 14 Gt  
USA : 5,2 Gt  
France : 0,4 Gt



# Focus sur le rapport GeSI 2015

## Hypothèses SMARTer 2030 sur la *Smart Agriculture* (-2 GtCO<sub>2</sub>e en 2030)

Réduction de la consommation d'énergie de l'agriculture	-65%
Réduction de l'usage des fertilisants	-65%
Réduction des émissions de GES liées à la digestion du bétail	-65%

## Hypothèses SMARTer 2030 sur la *Smart Energy* (-2 GtCO<sub>2</sub>e en 2030)

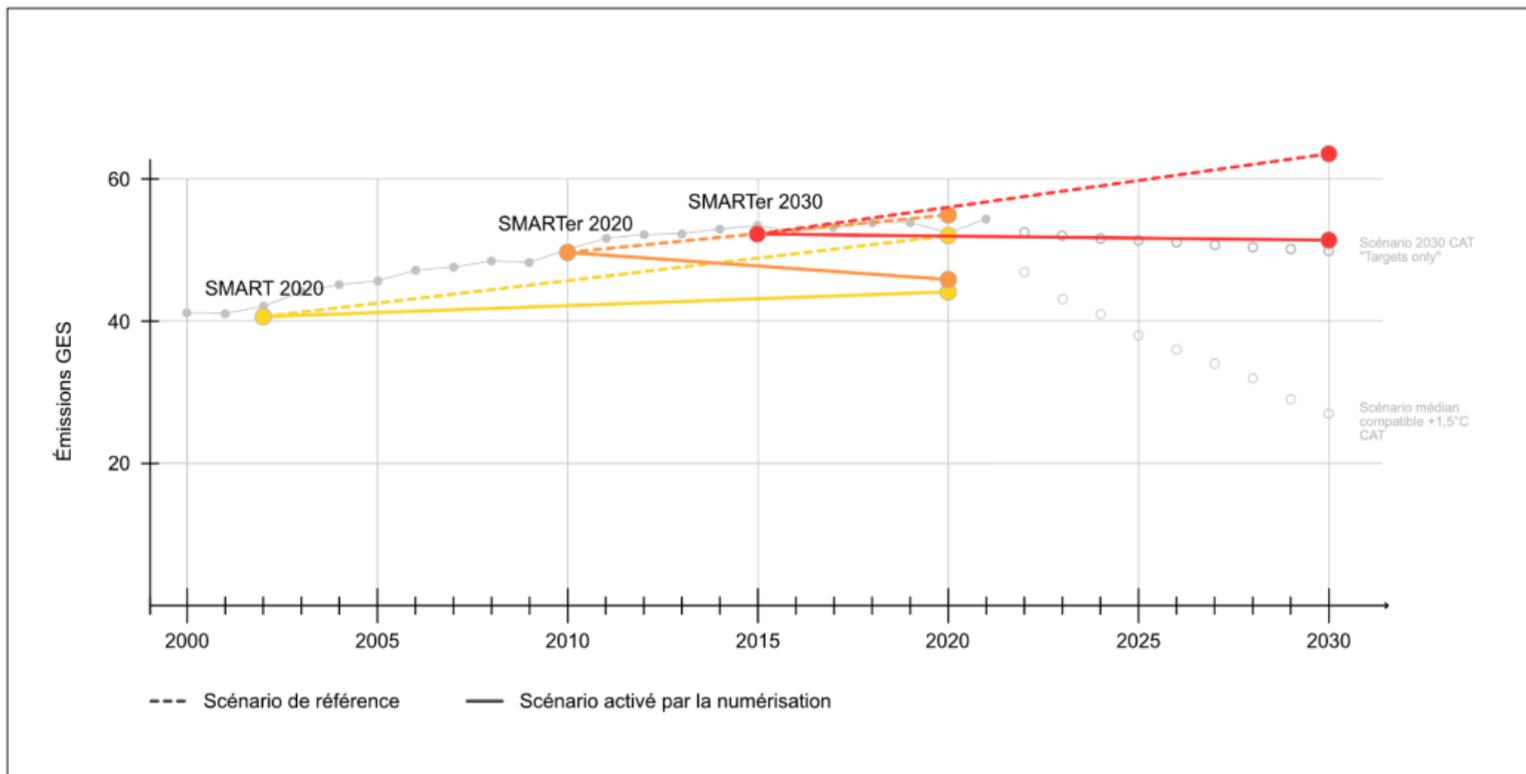
Réduction de la production d'énergie	-20%
Réduction des pertes liées au transport et à la distribution d'énergie	-5%

## Hypothèses SMARTer 2030 sur Travail et affaires (-400 MtCO<sub>2</sub>e en 2030)

### Télétravail

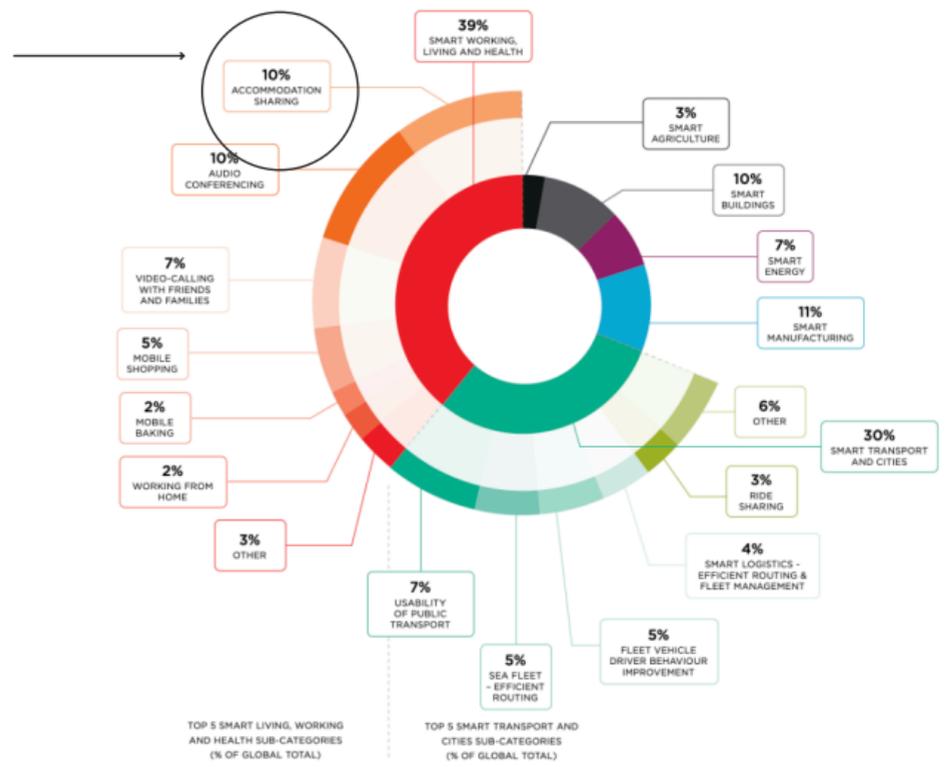
Réduction des trajets domicile-travail	-53%
Réduction des voyages d'affaires en voiture	-80%
Réduction des voyages d'affaires en avion	-80%

# Focus sur les rapports GeSI 2008 à 2015



# Focus sur le rapport GSMA

Le plus gros pôle d'émissions évitées sur les 2,14 GtCO<sub>2</sub>e estimées est le partage de logement (10%).



# Focus sur le rapport GSMA



## FACTEUR D'ÉMISSIONS ÉVITÉES

### En kgCO<sub>2</sub>e / unité

Basé sur des études de cas de l'industrie et sur la littérature scientifique lorsqu'elle est disponible, et complété par une enquête d'opinion auprès d'un échantillon de 6 100 personnes dans 7 pays (pp. 44-52).

## QUANTITÉ

**X**

Nombre d'unités déterminé par le nombre de connexions M2M ou le nombre de smartphones en circulation (GSMA)

## IMPACT

**=**

en CO<sub>2</sub>e

56,2 kg CO<sub>2</sub>e / smartphone

**X**

3,94 milliards d'utilisateurs **=** 221,5 MtCO<sub>2</sub>e évitées

56,2 kg CO2e / smartphone

Chiffre tiré d'une étude commandée par Airbnb en 2014, basée sur les réponses de 8 000 hôtes et clients.



Nombre de personnes utilisant des applications de partage de logement (via une enquête en ligne auprès de 6 100 personnes)



X



)

Nombre de nuits passées dans un logement partagé par an (via l'enquête)

% de réduction des émissions par rapport à une nuit d'hôtel (-61% (US), -89% (EU) selon Airbnb ; -50% RoW)



VS



X



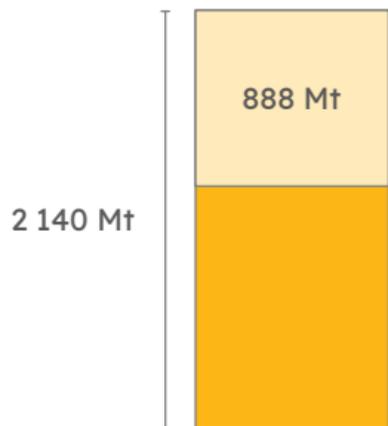
Facteur d'émission des hôtels par pays (14 pays)

=

56,2 kg CO2e  
Facteur d'évitement par utilisateur de smartphone



Nombre de répondants à l'enquête



Au moins 888 Mt d'émissions potentielles évitées sont extrapolées à partir de l'enquête menée auprès de 6 100 personnes (représentativité de l'échantillon = 0,00014 %).