

Estimer le coût carbone d'une heure de streaming

G. Urvoy-Keller^{*}, Joanna Moulierac^{*}, Marco Dinuzzi^{*} et
Zhejiayu Ma[†]

^{*} Université Côte d'Azur, [†] Easybroadcast

26 mars 2024

- De nombreux modèles
- Pas de consensus

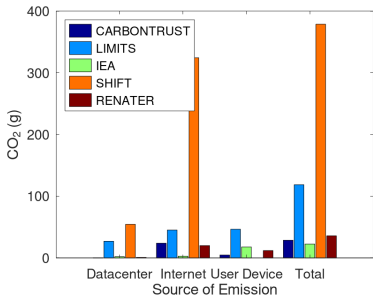


Figure – (TV, 4k, Fixed)

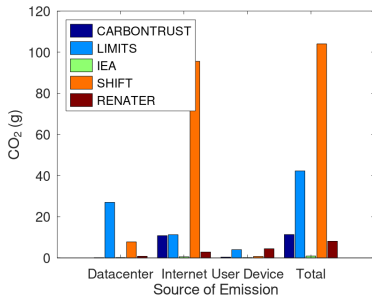


Figure – (Smartphone, SD, Mobile)

■ CARBONTRUST

- White paper
- [https://www.carbontrust.com/our-work-and-impact/guides-reports-and-tools/carbon-impact-of-video-streaming,](https://www.carbontrust.com/our-work-and-impact/guides-reports-and-tools/carbon-impact-of-video-streaming)

■ LIMITS

- Publié à Computing within limits en 2022

■ IEA :

- Dec. 2020
- <https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>
- Controverse avec le Shift project
- Calculateur public. Modèle non public

■ SHIFT

- One byte model
- Public : <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/10/Lean-ICT-Materials-1byte-Model-2018.xlsx>

■ RENATER

- Rapport de stage sur HAL
- https://hal-cnrs.archives-ouvertes.fr/hal-03605638/file/Empreinte_Carbone_visio.pdf
- Partie réseau publiée à ICIN 2021
- Visioconférence et non streaming
- Contrôle complet réseaux, serveurs, application

Questions

- Pourquoi de telles différences ?
 - Le modèle ?
 - Les constantes ?
 - Le périmètre ? (un serveur, un DC, utilisation ou production)
- Peut-on les réconcilier ?

Warning

- Un seul flux vidéo, un seul client
- Stockage des données n'est pas considéré
- Uniquement impact réchauffement climatique (CO₂)

- "3 niveaux" considérés pour une approche bout-en-bout :
DC \iff Réseau (fixe/mobile) \iff Terminal
- Serveur/DC :
 - à partir de $\frac{\text{Quantité totale d'énergie}}{\text{Quantité totale de données}}$
 - On multiplie par la quantité de données fonction de la résolution
- Réseau : idem. Quid de la taille du chemin ?
- Terminal : durée d'utilisation. Raisonnable si on considère que l'activité n'est pas trop consommatrice de ressources (CPU, RAM)

CARBONTRUST/SHIFT

$$DC_{energy} = ID_C \cdot D \quad (1)$$

- où ID_C est l'intensité énergétique du DC, estimée à 1.3W.
- 1.3W est donc la conso d'un serveur par stream qu'il sert

RENATER

$$DC_{energy} = PUE \cdot EF \cdot AnnualC_{DC} \cdot \frac{Q}{AnnualT_{raf}} \quad (2)$$

- PUE = 1,5
- EF : intensité carbone du mix électrique
- RENATER ajoute un coût de production :

$$DC_{man} = Prod_{DC} \cdot \frac{D}{Life_{Equip}} \quad (3)$$

LIMITS

$$DC_{energy} = \frac{P_w \cdot D}{\# Streams} \quad (4)$$

- Raisonnent niveau DC comme RENATER
- 3 tailles (P_w) : 50 kW à 250 kW
- Demande faible (10k flux) ou forte (50k flux)
- Compatible CARBONTRUST si petit DC et demande forte

Qui a raison et qui a tort ?

- Difficile à dire
- Impact final du côté serveur/DC plus faible dans notre modèle ajusté final que réseaux et terminaux

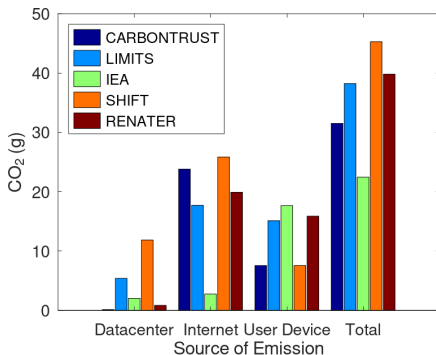
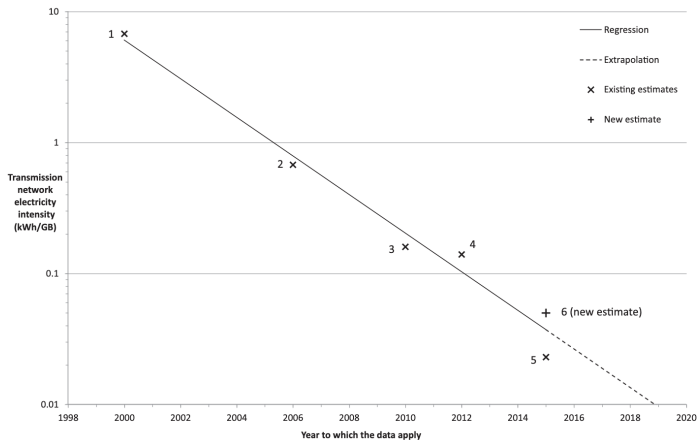


Figure – (TV, 4k, Fixed)

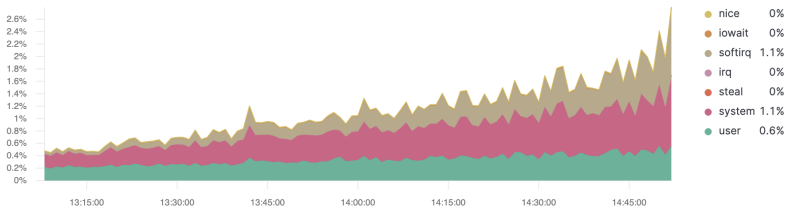
- Relatif consensus
- Formule du type puissance \times temps ou intensité \times Q
- Différence dans les constantes : une TV ou un smartphone très différents

- Mise à jour des constantes du modèles du SHIFT en concertation avec G.Roussilhe
 - Coroama, V. (2021). Investigating the Inconsistencies among Energy and Energy Intensity Estimates of the Internet Metrics and Harmonising Values. Swiss Federal Office of Energy SFOE.
 - SG Andrae, A. (2020). New perspectives on internet electricity use in 2030. Engineering and Applied Science Letter, 3(2), 19-31.
- Ajustement type de terminal
- Comparaison données réseaux fixes avec :
 - Aslan, J., Mayers, K., Koomey, J. G., & France, C. (2018). Electricity intensity of internet data transmission : Untangling the estimates. Journal of industrial ecology, 22(4), 785-798.



- Un serveur
- Un seul flux
- 200 à 2000 clients
- Le serveur est, dans ce cas, un serveur de cache → conso CPU limitée compatible avec 1,3 W par flux

CPU Usage



- Entre 60 et 140 g de CO₂
- Peut-on gagner en précision sur les constantes type énergie par octets dans les réseaux ? Ou avoir un gabarit de valeurs vraisemblables
- Meilleure prise en compte de l'énergie grise
- Au delà du CO₂
 - Données de <https://dataviz.boavizta.org/> ?
- Comment passer à l'échelle d'un système complet ?