

Sujet de thèse : Conséquences environnementales du streaming vidéo : compréhension et leviers d'atténuation

Lieu : LaBRI, Université de Bordeaux

Encadrants : Aurélie Bugeau (aurelie.bugeau@u-bordeaux.fr), Gaël Guennebaud (gael.guennebaud@inria.fr)

Contexte

Alors que depuis une vingtaine d'années les efforts de recherche et développement ont amené des solutions technologiques de plus en plus efficaces individuellement en énergie pour le numérique (depuis les puces électroniques jusqu'à certaines couches logiciels en passant par les infrastructures de calcul, de données et de réseaux), force est de constater que le numérique consomme toujours plus de ressources, contribuant au dépassement de certains indicateurs environnementaux. Par exemple, pour l'année 2020, le numérique serait responsable de 2 à 4 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde [1]. Il s'agit d'un secteur en très forte croissance. Une part importante de la matérialité du numérique est poussée par le streaming vidéo, dont la croissance est liée aux modèles socio-économiques [2]. Toutes les composantes de l'écosystème numérique sont impactées : les centres données pour traiter et stocker cette masse de données en accroissement constant, les serveurs des CDNs pour diffuser les flux auprès des destinataires, les réseaux fixes et mobiles avec le déploiement conjoint d'émetteurs radio supplémentaires et d'équipements dédiés pour ce type de flux, ainsi que des terminaux utilisateurs tant pour la réception que la production de contenu. De plus, soulignons qu'un nombre important de flux vidéos sont transmis sans demande de la part du destinataires (ex., publicité, vidéo embarquée avec auto-play ou même simple préchargement, etc.).

Aujourd'hui, cet écosystème de la vidéo par Internet est lui-même poussé par la production de toujours plus de contenu, avec toujours plus de qualité (résolution, frame-rate, HDR, ...), et une "expérience utilisateur" maximale : pas d'attente ni coupure, objectif d'une qualité maximale et personnalisée à tout instant et en toute condition, etc. Ces ambitions sont antagonistes avec des objectifs de maîtrise et réduction des impacts environnementaux. La démultiplication des plateformes et l'arrivée d'IA génératives de vidéos de plus en plus performantes sont autant de facteurs entravant une trajectoire sobre.

La thèse se déroulera dans l'équipe NeS (Numérique et Soutenabilité) dont un des axes de recherche porte sur la mise au point de méthodologies conséquentielles long terme [3,4,5,6,7] pour l'évaluation prospective et l'aide à la prise de décision.

Objectifs de la thèse

La thèse vise à étudier les effets de mesures ou actions individuelles et collectives sur l'empreinte environnementale du streaming. Nous considérerons trois types d'acteurs : les utilisateurs finaux, les fournisseurs de contenus, et enfin les producteurs de contenus. Pour ce faire, il s'agira de définir et déployer une expérimentation in-situ permettant d'étudier en condition réelle le potentiel réel de certains leviers techniques et sociaux. Les leviers à explorer sont très nombreux et divers, par exemple : volume horaire de visionnage, la limitation de la résolution coté utilisateur, méthodes d'encodage des vidéos, mise en cache, durée de stockage, délai de démarrage, etc.

Une telle expérimentation nécessite le développement d'une surcouche aux plateformes de streaming automatisant ou simulant certains choix techniques.

En parallèle, il s'agira également de développer un modèle et outil d'estimation des gains ou surcoûts environnementaux associés à ces changements. Ce travail s'appuiera sur des premiers travaux menés dans l'équipe NeS sur les impacts environnementaux du transfert de données pour la vidéo à la demande [3,4] et sur d'autres travaux académiques [8,9] et non académiques [6,10].

Profil recherché

- Personne motivée, curieuse, faisant preuve d'esprit critique, et aimant chercher des informations
- Bon niveau en programmation
- Connaissances sur les impacts environnementaux du numériques, l'analyse de cycle de vie
- Une connaissance de base sur les infrastructures numériques serait un plus

Références

- [1] C Freitag, M Berners-Lee, K Widdicks, B Knowles, GS Blair, A Friday - The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations - Patterns - 2021
- [2] Natacha Lapeyroux, Benedicte Toullec, Vincent Carlino, Anne-Cécile Orgerie and Thomas Maugey, Video streaming: how do the socio-economical models shape our research questions?. Undone Computer Science, 2026
- [3] Guennebaud G., A. Bugeau, A. Dudouit. 2023. Assessing VoD pressure on network power consumption. ICT4S 2023.
- [4] Guennebaud G., A. Bugeau. 2023. Energy consumption of data transfer: Intensity indicators versus absolute estimates. Journal of Industrial Ecology.
- [5] Pierre La Rocca, Gaël Guennebaud, Aurélie Bugeau. 2025. To what extent can current French mobile network support agricultural robots? ICT4S 2025.
- [6] ShiftProject 2024. Report on « Lean networks for resilient connected uses », 2024.
- [7] Pierre La Rocca, Gaël Guennebaud, Aurélie Bugeau, Anne-Laure Ligozat. 2024. Estimating The Carbon Footprint Of Digital Agriculture Deployment: A Parametric Bottom-Up Modelling Approach. Journal of Industrial Ecology.
- [8] Christian Herglotz, Angeliki Katsenou, Xinyi Wang, Matthias Kränzler, and Daniel Schien. Foundations of measuring power and energy consumption in video communication. IEEE Access, 2025
- [9] Thomas Maugey, Daniel Menard, Anne-Cécile Orgerie, Robin Richard. Diffusion vidéo : dépasser l'objectif d'efficacité et viser une sobriété choisie. GRETSI, 2025
- [10] FFT. Etude écoconception services numériques vidéo, 2026