



HAL
open science

Impacts environnementaux de l'IA : quels réels bénéfices ?

Julien Lefevre, Aurélie Bugeau, Jacques Combaz, Laurent Lefèvre,
Anne-Laure Ligozat, Denis Trystram

► **To cite this version:**

Julien Lefevre, Aurélie Bugeau, Jacques Combaz, Laurent Lefèvre, Anne-Laure Ligozat, et al.. Impacts environnementaux de l'IA : quels réels bénéfices ?. Collection numérique de l'AMUE, Agence de mutualisation des universités et établissements d'enseignement supérieur, 2023. hal-04486682

HAL Id: hal-04486682

<https://hal.science/hal-04486682>

Submitted on 13 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Impacts environnementaux de l'IA: quels réels bénéfiques ?

Julien Lefèvre (maître de conférences en informatique, Aix-Marseille Université, membre EcoInfo)

Aurélié Bugeau (professeure en informatique, Université de Bordeaux, LaBRI, IUF, membre EcoInfo)

Jacques Combaz (ingénieur de recherche, CNRS, laboratoire VERIMAG, membre EcoInfo)

Laurent Lefèvre (chercheur Inria, Laboratoire LIP, Ecole Normale Supérieure de Lyon, membre EcoInfo)

Anne-Laure Ligozat (professeure, Université Paris Saclay, LISN, membre EcoInfo)

Denis Trystram (professeur, LIG-Inria et MIAI, membre EcoInfo)

Les modèles d'apprentissage profond utilisés massivement dans l'IA aujourd'hui nécessitent beaucoup de temps de calcul et d'énergie pour apprendre les millions voire milliards de paramètres qui les composent. La communauté commence à s'emparer notamment de la question de la mesure de consommation de l'IA. Un des premiers travaux a marqué les esprits en montrant que certains modèles pouvaient représenter jusqu'à 300 tonnes équivalent CO₂, soit l'équivalent d'environ 300 aller-retour transaméricains en avion [1].

Cette estimation prend en compte l'empreinte carbone liée à la consommation électrique des serveurs pendant la phase d'entraînement du modèle¹. Pour quantifier ces impacts, de nombreuses méthodologies de suivi de la consommation énergétique pour l'IA ont émergé [2,3,4]. Les outils associés ne mesurent pas tous exactement les mêmes caractéristiques, et fournissent donc des résultats variables à analyser avec précaution.

En parallèle de cette prise de conscience sur les impacts de l'IA, se développe aujourd'hui un imaginaire omniprésent sur le fait que l'IA, et plus généralement les technologies numériques seraient indispensables [5] pour faire face à la crise environnementale. Le questionnement sur l'apport véritable de telles technologies, pour les villes intelligentes, l'agriculture durable etc n'est que rarement posé de manière quantifiée et lorsqu'il est fait, il n'aborde qu'une partie émergée de l'iceberg des impacts *directs*. En 2022, nous avons abordé cette question en proposant d'utiliser des analyses de cycle de vie complètes pour comparer l'apport de nouvelles méthodes basées sur de l'IA [7]. Le constat a été fait aussi que :

1) Peu d'études s'intéressent à l'utilisation de l'IA et à l'impact des données, se concentrant uniquement sur l'entraînement des modèles.

2) L'étude de l'impact environnemental de l'IA dans la littérature se concentre essentiellement sur le potentiel de réchauffement climatique et pas sur l'impact sur la biodiversité, sur l'utilisation de ressources ou encore d'eau pure.

¹ Note de bas de page: D'ailleurs, la notion même de consommation énergétique *attribuable* à un logiciel pose question, dans la mesure où celle-ci dépend très fortement du contexte d'exécution du fait, par exemple, de la consommation statique du matériel. De plus, lorsque plusieurs logiciels s'exécutent simultanément leurs effets sur la consommation énergétique peuvent être difficiles à séparer. [6]

3) Les phases de production et de fin de vie des équipements (smartphone, supercalculateurs, capteurs etc) qui permettent de faire fonctionner une solution d'IA sont rarement pris en compte.

Notre étude plaide pour une meilleure évaluation a priori de projets impliquant des méthodes d'IA comme cela a été proposé par le groupe ecoinfo [8]. L'étude a aussi mis en évidence le manque de données sur la production des GPU et encourage à ce que les industriels s'extraitent des considérations de secret industriel. Plus généralement, le focus fait sur la phase d'apprentissage invisibilise la phase d'inférence et les risques inhérents au déploiement à large échelle de certaines solutions d'IA. Les gains d'efficacité des technologies numériques ont systématiquement été accompagnés de l'augmentation de leur utilisation, suggérant la présence d'effets rebond. Le rapport Villani sur l'IA alertait déjà sur ce point en 2018 [9]. Pour limiter les effets rebonds, le recours à la sobriété, concept difficile à appréhender [10], est souvent avancé, y compris par le gouvernement [11]. Au delà d'une approche quantitative des impacts environnementaux, la prise en compte des effets de l'IA à plus long terme sur la société reste à aborder **[REF: Article Didier, Denis, Laurent ?]**. Les sciences humaines et sociales nous rappellent aussi que le développement et l'usage des technologies peuvent être questionnés, notamment au travers des besoins en amont, des effets de dépendance qu'elles peuvent créer ou encore de directions nouvelles via la convivialité ou le low-tech [12].

[1] Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2020). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. AAAI Conference on Artificial Intelligence. <https://arxiv.org/abs/1906.02243>

[2] Bouza Heguerte, L., Bugeau, A., & Lannelongue, L. (2023). How to estimate carbon footprint when training deep learning models? A guide and review. Environmental Research Communications. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2515-7620/acf81b/meta>

[3] Jay, M., Ostapenco, V., Lefèvre, L., Trystram, D., Orgerie, A. C., & Fichel, B. (2023, May). An experimental comparison of software-based power meters: focus on CPU and GPU. In CCGrid 2023-23rd IEEE/ACM international symposium on cluster, cloud and internet computing (pp. 1-13). IEEE. <https://inria.hal.science/hal-04030223/>

[4] Nesrine Bannour, Sahar Ghannay, Aurélie Névéol, Anne-Laure Ligozat, Evaluating the carbon footprint of NLP methods: a survey and analysis of existing tools, Proceedings of the Second Workshop on Simple and Efficient Natural Language Processing, 2021
<https://aclanthology.org/2021.sustainlp-1.2/>

[5] Déclaration du secrétaire d'État à la transition numérique et aux communications électroniques, Paris le 8 octobre 2020. <https://www.vie-publique.fr/discours/276627-cedric-o-08102020-economie-numerique>

[6] Alexandra Sasha Luccioni, Sylvain Viguière, Anne-Laure Ligozat, Estimating the carbon footprint of bloom, a 176b parameter language model, *Journal of Machine Learning Research*, 2023. <https://www.jmlr.org/papers/volume24/23-0069/23-0069.pdf>

[7] Ligozat, A. L., Lefèvre, J., Bugeau, A., & Combaz, J. (2022). Unraveling the hidden environmental impacts of AI solutions for environment. *Sustainability*. file:///Users/bugeau/Downloads/sustainability-14-05172-v3-1.pdf

[8] Lefèvre, L., Ligozat, A. L., Trystram, D., Bouveret, S., Bugeau, A., Combaz, J., ... & Nicolai, J. P. (2022). Proposition de document de cadrage Évaluation environnementale de projets impliquant des méthodes d'IA <https://hal.science/hal-03853135>

[9] Cédric Villani. (2018) Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne. https://medias.vie-publique.fr/data_storage_s3/rapport/pdf/184000159.pdf

[10] Fabrice Flipo, Sobriété énergétique, écoresponsabilité numérique... de quoi parle-t-on exactement ? *The Conversation*, 2022 <https://theconversation.com/sobriete-energetique-ecoresponsabilite-numerique-de-quoi-parle-t-on-exactement-195461>

[11]

https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/2021/Feuille_de_route_Numerique_Environnement_vremerciement1802.pdf?v=1663683594

[12] Romain Couillet, Pierre-Olivier Amblard, Denis Trystram, Achille Baucher. L'intelligence artificielle peut-elle devenir un outil convivial ? ou doit-on immédiatement arrêter toute recherche en IA ?. Conférence Archipel 2022 : Risques systémiques, trajectoires et leviers d'action transdisciplinaires, Jun 2022, Grenoble, France. <hal-03909430> <https://hal.science/hal-03909430/>