



KOMPASS



L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET L'ENVIRONNEMENT

Fiche thématique

L'IA et l'environnement

Quel est le rapport entre l'IA et la durabilité ?

Beaucoup espèrent que l'IA contribuera à l'avenir à maîtriser la crise climatique, par exemple en rendant la consommation des ressources plus efficace ou en aidant à résoudre des défis sociaux complexes tels que la transition énergétique ou la mobilité durable.

Cependant, on oublie souvent que l'utilisation même de l'IA génère d'importantes émissions de CO₂, et contribue ainsi à la crise climatique. Pourtant, on accorde souvent aux systèmes d'IA une confiance aveugle : « La technologie trouvera bien une solution. »

L'IA deviendra-t-elle donc un outil dans la lutte contre la crise climatique, ou l'un de ses moteurs ?

Pourquoi l'IA pose-t-elle un problème en matière de développement durable ?

Pour évaluer précisément la consommation de ressources des systèmes d'IA, il faut tenir compte non seulement des émissions générées lors de l'entraînement et de l'utilisation, mais aussi des processus liés à la fabrication du matériel et la consommation énergétique de l'exploitation.

Voici un aperçu de l'ensemble du processus lié à la mise en place d'une IA, de la fabrication du *matériel informatique* à la phase de formation et d'application :¹

¹ International Energy Agency. (2025). *Energy and AI* (Special Report). International Energy Agency.
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/601eaec9-ba91-4623-819b-4ded331ec9e8/EnergyandAI.pdf>



1 Sable de quartz ultra pur	Le sable de quartz est débarrassé de ses impuretés (fer, titane etc.) à l'aide d'un processus très énergivore. Il est ensuite chauffé pour extraire le silicium.
2 Tranches de silicium	Les tranches de silicium sont le matériau de base pour la fabrication des micropuces.
3 Photolithographie	Des appareils à ultraviolets extrêmes utilisent la lumière pour graver des transistors microscopiques sur la tranche, qui contrôlent le flux d'électricité.
4 Processeur graphique (GPU)	Le processeur graphique réduit le temps nécessaire à un ordinateur pour exécuter plusieurs programmes, ce qui est particulièrement important pour les systèmes d'IA.
5 Centres de données	Les centres de données IA sont équipés de GPU et de l'infrastructure associée (infrastructures de stockage, de réseau, d'alimentation électrique et de refroidissement) nécessaires à l'entraînement et au déploiement des applications IA.
6 Entraînement IA	L'entraînement de modèles IA requiert des jeux de données importants, une puissance de calcul élevée et du matériel spécifique.
7 IA générative	p. ex. Chat GPT, Mistral, DeepL, DALL-E
8 Vision par ordinateur	p. ex. reconnaissance de visages ou de caractères manuscrits
9 IA prédictive	p. ex. plateformes d'apprentissage adaptives, applications pour apprendre des langues
10 Robotique	p. ex. assistants robots, voitures autonomes

Matières premières

Les systèmes d'IA sont extrêmement gourmands en ressources informatiques et nécessitent du matériel spécialisé, généralement utilisé dans de grands centres de données. La construction et l'exploitation de ces serveurs nécessitent des matières premières comme le lithium, le cobalt et les terres rares, indispensables dans la production de batteries ou de microprocesseurs.

L'extraction de ces minéraux se fait souvent dans des conditions problématiques : dans de nombreuses régions productrices, dont en particulier les pays du Sud global, les conditions de travail sont dangereuses, les salaires bas et le travail comporte des risques considérables pour la santé.

De plus, la production et l'exploitation des systèmes d'IA consomment d'importantes quantités d'électricité et d'eau, ce qui a des conséquences négatives sur le climat, l'environnement et la disponibilité des ressources locales.

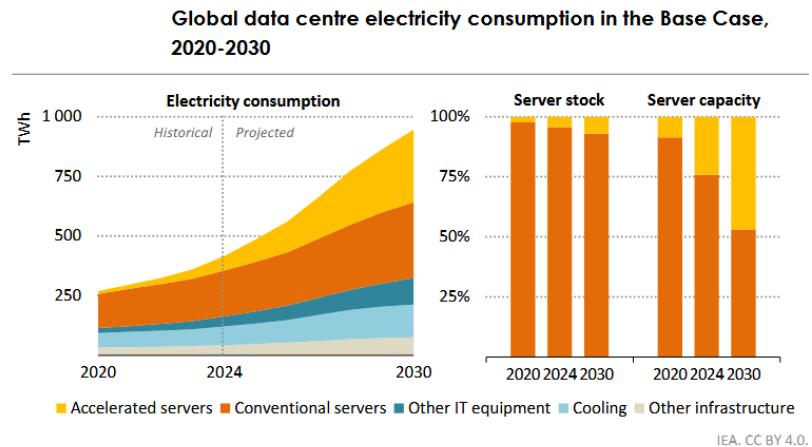
À la fin de leur cycle de vie, de nombreux composants deviennent des déchets électroniques, souvent exportés vers des pays d'Afrique ou d'Asie. Là-bas, faute de structures de recyclage sûres, les populations et l'environnement souffrent des substances toxiques et des montagnes de déchets.

Consommation d'électricité

Une étude de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime la consommation des centres de données (y compris ceux qui ne sont pas exclusivement dédiés à l'IA) à environ 415 TWh (2024), soit environ 2 % de la demande mondiale en électricité.

D'ici 2035, poussés par le boom de l'IA et des cryptomonnaies, les besoins en énergie pourraient dépasser 1 000 TWh. Selon les prévisions, les centres de données représenteraient alors 10 % de la demande mondiale d'électricité. Les chiffres restent toutefois incertains, car les groupes technologiques divulguent rarement des informations sur la consommation énergétique de leurs projets d'IA.

Selon les projections de l'AIE, d'ici 2030, près de la moitié des besoins supplémentaires en énergie seront couverts par les énergies renouvelables, suivis du gaz naturel et du charbon. À partir de 2030, l'énergie nucléaire jouera également un rôle de plus en plus important.



Around 70% of the growth in electricity demand from servers between 2025 and 2030 comes from accelerated servers

Figure 1: Développement de la consommation d'énergie des centres de données (global).
Source de l'image : AIE (2025). Energy and AI. World Energy Outlook Special Report, p. 64 (CC-BY 4.0).

Combien d'énergie consomme une requête sur ChatGPT par rapport à d'autres activités numériques ou quotidiennes ?²

Activité	Énergie consommée	Émissions de CO ₂
Demande sur GPT-5	0,30 Wh	0,13 g
Génération d'image sur DALL.E 2³	3–5 Wh	1,22 g
10 minutes de TikTok	66 Wh	29,2 g
AnfrRequête sur Google Search	0,34 Wh	0,15 g
10 minutes de Netflix	12,8 Wh	5,7 g
1 cycle de lave-vaisselle	1.200 Wh	480–600 g
1 km en voiture électrique	200 Wh	80 g
Ampoule LED allumée pendant 5 minutes	0,75 Wh	0,3 g

² <https://epoch.ai/gradient-updates/how-much-energy-does-chatgpt-use>

³ Évaluation pour une image de 1.024 × 1.024 px

Consommation d'eau

Les centres de données consomment des quantités considérables d'eau, tant de manière directe, pour le refroidissement, qu'indirecte, pour la production de semi-conducteurs et l'approvisionnement en énergie. La consommation d'eau varie en fonction de la technologie de refroidissement, du climat et de la source d'électricité. Actuellement, la consommation mondiale d'eau des centres de données est d'environ 560 milliards de litres par an. Selon les projections, elle montera à 1 200 milliards de litres d'ici 2030.

Environ deux tiers de la consommation d'eau sont destinés à la production d'énergie, environ un quart au refroidissement et le reste à la production de puces. Dans certaines régions, notamment aux États-Unis, les centres de données ne représentent que 10 % des prélèvements d'eau municipaux. Ailleurs, cependant, ils entrent en concurrence avec l'agriculture et les besoins domestiques.

Compte tenu du stress hydrique croissant lié au changement climatique, il est recommandé d'implanter les nouveaux centres de données dans des régions riches en eau et d'investir dans des innovations technologiques pouvant contribuer à réduire la consommation d'eau et à améliorer la durabilité.

Vers une IA durable en pratique

Il existe déjà des solutions techniques pour réduire l'impact environnemental des systèmes d'IA :

- **Approches open source** : les modèles peuvent être réutilisés et n'ont pas besoin d'être redéveloppés pour chaque application. Les modèles pré-entraînés peuvent être adaptés à différents cas d'utilisation, ce qui est nettement plus respectueux de l'environnement que de les entraîner à chaque fois à partir de zéro.
- **Approches minimalistes en matière de données** : afin de réduire la consommation d'énergie lors de la formation et de l'utilisation de l'IA, on travaille délibérément avec des ensembles de données aussi petits que possible. L'objectif est de résoudre les tâches de manière efficace et efficiente avec un minimum de données. Souvent, toutefois, on continue à recourir à des volumes de données excessifs, particulièrement dans l'industrie où les données abondent. Or, au-delà d'un certain seuil, l'entraînement supplémentaire n'apporte que de faibles gains en performance, tout en entraînant une consommation d'énergie disproportionnée.

L'IA a le potentiel d'apporter des solutions aux problèmes environnementaux actuels. Cependant, pour éviter qu'elle n'aggrave la crise climatique, les développeurs doivent continuer à innover afin de réduire au minimum la consommation de ressources de leurs modèles.

Des mesures sont également prises au niveau politique : malgré l'objectif de neutralité climatique de l'UE d'ici 2050, aucune mesure concrète n'a été prise dans un premier temps pour lutter contre les conséquences environnementales de la production d'IA. Ce n'est qu'avec l'adoption du règlement européen sur l'IA le 13 mars 2024 que de premières dispositions ont été mises en place : les développeurs doivent désormais documenter la consommation énergétique et en ressources des systèmes d'IA à haut risque.

Un accent particulier est mis sur les modèles dits GPAI (*General-Purpose AI*), c'est-à-dire les systèmes d'IA polyvalents tels que les modèles de langage ou les générateurs d'images. Leur consommation d'énergie est particulièrement élevée du fait qu'ils sont entraînés avec de très grandes quantités de données.

La Commission européenne doit désormais développer une méthodologie pour évaluer la consommation d'énergie des systèmes d'IA. Des exigences supplémentaires existent pour les modèles *GPAI* considérés comme présentant un risque systémique.

Inspirations pour l'enseignement

Mesures simples

Discutez avec les élèves des gestes simples permettant à économiser l'énergie, par exemple :

- Éteindre les appareils lorsqu'ils ne sont pas utilisés.
- Activer les modes d'économie d'énergie.
- Réduire les processus d'arrière-plan inutiles contrôlés par l'IA (par exemple, la synchronisation automatique et les assistants vocaux).
- Utiliser l'IA de manière ciblée – Regrouper autant que possible les questions avant de les poser.
- Éviter de gaspiller des ressources pour des applications superficielles ou non essentielles de l'IA.

Suggestion de lecture : <https://algorithmwatch.org/de/sustain-magazin-maerz-2023/>

Film : <https://www.youtube.com/watch?v=YGfJeH5HRDQ&list=PLjfmczVcUG2D9RJ-6eYs1goWSsQ75eBRi&index=10>

Une bande dessinée pour s'initier au sujet

L'Université du Luxembourg a publié en 2024 le troisième volume de la série de bandes dessinées « *LUX:plorations – A Universe of Research* ». Celui-ci est disponible en cinq langues (anglais, français, allemand, luxembourgeois et portugais) et peut être [téléchargé gratuitement](#). Différentes bandes dessinées y abordent des thèmes tels que l'intelligence artificielle, les troubles de l'attention, la physique quantique et les réseaux énergétiques.

La bande dessinée « *Watt's Up ? The Smart Grid Chronicles* » met notamment en lumière de manière divertissante le réseau électrique intelligent, un sujet d'avenir dans le domaine de l'énergie et de la technologie.

Rechercher et comparer : l'empreinte écologique

- Les élèves calculent et comparent la consommation énergétique des outils d'IA qu'ils utilisent quotidiennement (par exemple, les vidéos en streaming, les jeux en ligne ou ChatGPT).
- [AI Footprint Generator](#) est un outil adapté à cet effet.
- Les élèves réalisent des infographies ou des affiches illustrant la consommation énergétique de diverses activités numériques. Pour ce faire, ils s'appuient sur des sources académiques fournies par l'enseignant.

Discuter et débattre : climat et intelligence artificielle

- Introduction : présenter une courte vidéo ou un texte informatif sur l'impact de l'IA sur l'environnement
- Répartition de la classe en petits groupes, chacun explorant un thème spécifique :
 - Consommation énergétique de l'IA
 - Utilisation de l'IA pour la protection du climat (par exemple, prévisions météorologiques, optimisation énergétique)
 - Réglementation et responsabilité (par exemple, le règlement européen sur l'IA)
- Débat : deux équipes s'affrontent pour défendre des positions pour et contre.
- Questions directrices possibles :
 - L'IA est-elle bénéfique ou néfaste pour le climat ?
 - La consommation énergétique de l'IA devrait-elle être limitée par la loi ?
 - Est-il éthiquement acceptable de former d'énormes modèles d'IA s'ils génèrent beaucoup de CO2 ?
 - Qu'est-ce qui a le plus de poids : le progrès technique ou les coûts environnementaux ?
- Conclusion : quels enseignements retenir de cette discussion ?