



Institut
EGA

Intelligence artificielle et énergie, une relation d'interdépendance complexe

Audrey Crévolin

Analyste en géoéconomie à l'Institut d'études de géopolitique appliquée

19 septembre 2025

Les opinions exprimées dans ce texte n'engagent que la responsabilité de l'auteur.

ISSN : 2739-3283

© Tous droits réservés, Paris, Institut d'études de géopolitique appliquée, 2025.

Comment citer cette publication :

Audrey Crévolin, *Intelligence artificielle et énergie, une relation d'interdépendance complexe*, Institut d'études de géopolitique appliquée, Paris, 19 septembre 2025.

121 rue du Vieux Pont de Sèvres 92100 Boulogne-Billancourt

Courriel : secretariat@institut-ega.org

Site internet : www.institut-ega.org

Table des matières

Introduction.....	1
Développement exponentiel de l'IA générative : un besoin croissant d'énergie.....	2
L'IA au service de l'énergie.....	5
Conclusion	7
Bibliographie.....	9

Introduction

L'intelligence artificielle (IA) transforme profondément notre quotidien, ses applications s'étendant à une multitude de secteurs et de domaines. L'IA se définit comme « la faculté pour une machine de reproduire des comportements propres à l'être humain, tels que le raisonnement, la planification ou encore la créativité¹. »

On distingue également l'intelligence artificielle dite « générative », qui désigne les systèmes capables de produire divers contenus, qu'il s'agisse de textes, d'images, d'enregistrements sonores ou de vidéos.

Au cours de ces dernières années, l'IA s'est imposée comme un pilier central de la transition numérique de nos sociétés. Ses progrès rapides et prometteurs en ont fait un enjeu technologique majeur, tant pour les entreprises que pour les États. Afin de répondre aux besoins en puissance de calcul, toujours croissants, qu'exige l'IA, les centres de données jouent un rôle essentiel et demeurent incontournables pour accompagner son développement. Toutefois, leur fonctionnement, en particulier celui des centres de données dits hyperscale, requiert une quantité d'énergie considérable.

Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la consommation électrique mondiale des centres de données (incluant ceux dédiés à l'IA et aux cryptomonnaies) s'élevait en 2022 à 460 TWh. Ce chiffre pourrait dépasser 1 000 TWh d'ici 2026, soit l'équivalent, ou presque, de la consommation annuelle d'électricité du Japon².

Paradoxalement, l'IA occupe également une place déterminante dans la transformation du secteur énergétique. Elle constitue en effet un levier majeur de l'accélération de la transition énergétique et du développement des énergies renouvelables.

¹ *Intelligence artificielle : définition et utilisation*, europarl.europa.eu, 7 septembre 2020, <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation>

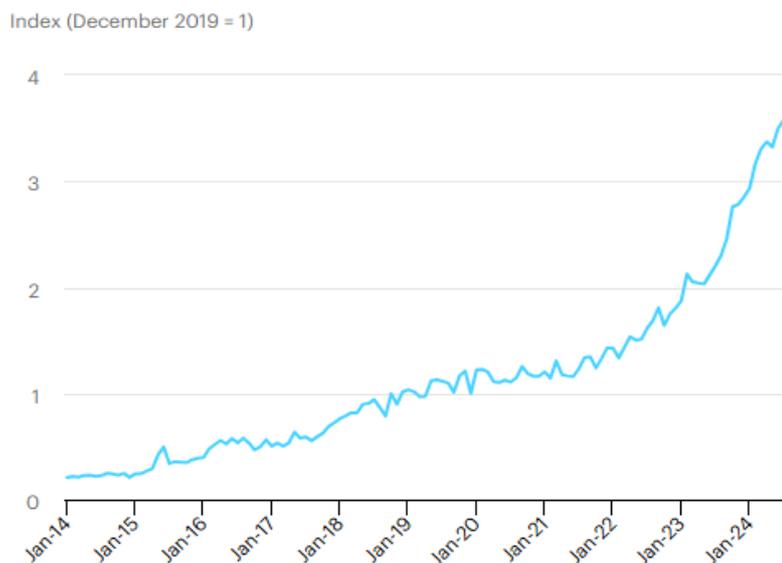
² *Electricity 2024 Analysis and forecast to 2026*, International Energy Agency, Janvier 2024, p. 8.

Développement exponentiel de l'IA générative : un besoin croissant d'énergie

L'essor de l'intelligence artificielle générative au sein de nos sociétés, conjugué à la rapidité de son évolution, entraîne une demande énergétique croissante et particulièrement exigeante.

À titre d'illustration, une requête adressée à ChatGPT consommerait en moyenne près de dix fois plus d'électricité qu'une recherche effectuée sur Google. Par ailleurs, la demande énergétique des centres de données devrait s'accroître de 160 % d'ici 2030, et l'IA pourrait représenter à elle seule 19 % de la consommation totale d'électricité de ces infrastructures à l'horizon 2028³.

Investissements dans les centres de données aux États-Unis (janvier 2014 à août 2024)



Source : *Top corporate off-takers of renewable energy power purchase agreements, 2010-2022*, [iea.org](https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/top-corporate-off-takers-of-renewable-energy-power-purchase-agreements-2010-2022), 4 juillet 2023, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/top-corporate-off-takers-of-renewable-energy-power-purchase-agreements-2010-2022>

³ *AI is poised to drive 160% increase in data center power demand*, [www.goldmansachs.com](https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand), May 14, 2024, <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand>

Conscients de l'ampleur de ces besoins pour mener à bien des projets particulièrement énergivores, les États comme les acteurs technologiques ont pris la mesure de l'importance stratégique que revêt désormais le secteur énergétique. Les États-Unis en constituent un exemple emblématique. En février 2025, le président Donald Trump a signé un décret instituant un Conseil national pour la domination énergétique, chargé de « développer toutes les formes de production d'énergie fiable et abordable » afin, notamment, de permettre au pays de « devenir le leader mondial de l'IA⁴. »

Le secteur énergétique est également devenu un domaine d'investissement majeur pour les grandes entreprises technologiques américaines telles que Microsoft, Google, OpenAI ou encore Meta. Ces dernières orientent leurs efforts vers les énergies propres, dans la double perspective d'assurer leur approvisionnement et de respecter leurs engagements en matière de développement durable et de réduction des émissions de carbone. À cet égard, Google et Microsoft se sont fixé pour objectif d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2030.

Actuellement, aux États-Unis, l'alimentation des centres de données repose majoritairement sur les énergies fossiles : le gaz naturel fournit plus de 40 % de l'électricité consommée, contre 24 % pour les énergies renouvelables et environ 15 % pour le nucléaire. Toutefois, cette répartition devrait évoluer, sous l'effet conjugué du déploiement des énergies renouvelables et du développement du nucléaire, notamment avec la mise en service, après 2030, des premiers petits réacteurs modulaires (SMR)⁵. Les géants technologiques misent ainsi de plus en plus sur les énergies décarbonées – éolien, solaire, nucléaire et géothermie.

Concernant l'éolien et le photovoltaïque, l'approvisionnement se concrétise fréquemment par des Power Purchase Agreements (PPA), contrats d'achat d'électricité verte à moyen ou long terme. En 2024, Google a ainsi conclu un PPA majeur avec des sociétés néerlandaises, portant sur l'acquisition de 478 MW d'énergie éolienne offshore destinés à ses centres de données. La même année, Sam Altman, directeur général d'OpenAI, annonçait un investissement de 20 millions de dollars dans Exowatt, une start-up spécialisée dans les solutions solaires.

Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les énergies renouvelables constituent la source d'électricité connaissant la plus forte croissance pour l'alimentation des centres de données à l'échelle mondiale. Entre 2024 et 2030, leur production totale a progressé en moyenne de 22 % par an, couvrant ainsi près de 50 % de l'augmentation de la demande électrique du secteur. Cette dynamique résulte

⁴ *Establishing the National Energy Dominance Council*, whitehouse.gov, February 15, 2025, <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/02/establishing-the-national-energy-dominance-council/>

⁵ *Energy and AI World Energy Outlook Special Report*, International Energy Agency, April 2025, pp. 87-88.

principalement du déploiement de l'éolien et du photovoltaïque, dont une partie de la capacité nouvelle est directement financée par les PPA conclus avec les entreprises technologiques⁶.

Les engagements climatiques, conjugués à la compétition acharnée dans le domaine de l'IA, incitent donc les géants américains de la technologie à diversifier leurs sources d'énergie décarbonée, afin de sécuriser l'alimentation de leurs infrastructures. Outre les renouvelables, ces sociétés s'orientent de plus en plus vers le nucléaire, en particulier ses technologies émergentes telles que les SMR⁷. D'après l'AIE, des projets visant à développer jusqu'à 25 GW de capacité SMR destinée à l'alimentation des centres de données ont été annoncés à l'échelle mondiale, la quasi-totalité étant localisée aux États-Unis, à des stades de maturité divers⁸.

Pour atteindre leurs objectifs, ces entreprises multiplient partenariats et accords avec les acteurs de la filière nucléaire. En 2024, Google a signé un contrat avec la start-up Kairos Energy, spécialisée dans les SMR, afin de sécuriser 500 MW d'ici 2035. La même année, Microsoft et Constellation Energy ont conclu un accord de vingt ans portant sur le redémarrage du réacteur 1 de la centrale de Three Mile Island (835 MW), arrêté pour des raisons économiques. Rappelons que l'unité 2 de cette centrale avait été le théâtre d'un accident majeur le 28 mars 1979.

Ces initiatives s'inscrivent dans un contexte favorable, marqué par le soutien du gouvernement américain au développement de la filière nucléaire civile. À titre d'exemple, en 2024, le président Joe Biden a promulgué l'Advance Act, destiné à accélérer le déploiement des technologies nucléaires avancées. Ce texte « enjoint la Commission de réglementation nucléaire américaine (NRC) à réduire certains frais de demande de licence et autorise une augmentation de ses effectifs, afin d'accélérer les procédures d'examen.⁹ »

Enfin, la géothermie suscite également un intérêt croissant pour l'alimentation des centres de données. Bien qu'encore peu exploitée, cette ressource présente un potentiel considérable. Les avancées technologiques dans le domaine des systèmes géothermiques améliorés pourraient permettre de fournir jusqu'à 90 GWe d'électricité stable et flexible au réseau américain d'ici 2050¹⁰. Dans cette perspective, Meta a conclu en 2024 un accord avec Sage Geosystems, prévoyant

⁶ *Ibid.*, p. 87.

⁷ Avec les AMR, les SMR ont la particularité d'être modulaires ; les différentes parties sont en effet conçues pour être fabriquées en série en usine et assemblées ensuite sur site. Plus compacts, moins longs et moins coûteux à fabriquer mais sûrs, ces réacteurs de faible puissance viennent compléter l'offre nucléaire de forte puissance. Source : <https://www.orano.group/fr/decodage/smr-mini-reacteurs-un-atout-pour-le-nucleaire>

⁸ Energy and AI World Energy Outlook Special Report, *International Energy Agency*, April 2025, p. 76.

⁹ Newly Signed Bill Will Boost Nuclear Reactor Deployment in the United States, energy.gov, July 10, 2024, <https://www.energy.gov/ne/articles/newly-signed-bill-will-boost-nuclear-reactor-deployment-united-states>

¹⁰ "Geothermal Technologies Office Geothermal Resources' Value in Implementing Decarbonization (GTO GRID)", US Department of Energy Office (DOE), Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), novembre 2023, p. 5.

la fourniture de 150 MW d'énergie géothermique pour alimenter ses centres de données. La première phase du projet devrait entrer en service en 2027.

L'IA au service de l'énergie

La relation entre l'énergie et l'intelligence artificielle n'est pas univoque. En effet, les avancées spectaculaires de l'IA, comme dans d'autres secteurs, bouleversent déjà le domaine de l'énergie, lui-même engagé dans une transition numérique répondant à une demande en constante progression. L'IA contribue ainsi à accélérer la transition énergétique, indispensable pour atteindre les objectifs climatiques.

Pour comprendre le rôle de l'IA dans la transformation du secteur énergétique et dans l'accompagnement de cette transition, il convient d'examiner ses applications dans l'exploitation de certaines sources d'énergie, notamment les énergies renouvelables (photovoltaïque et éolien), l'hydroélectricité et le nucléaire.

L'IA générative, l'IA prédictive (reposant sur la collecte et l'analyse de données issues de capteurs) ainsi que les systèmes d'apprentissage automatique (machine learning) façonnent désormais l'avenir de ces filières énergétiques. Elle permet notamment de pallier d'éventuelles défaillances des équipements et infrastructures, réduisant ainsi les coûts et les risques liés aux interruptions de service. Les applications concrètes de la maintenance prédictive pilotée par l'IA dans le domaine des énergies renouvelables incluent l'analyse des performances des éoliennes, la détection d'anomalies dans l'efficacité des panneaux photovoltaïques, ou encore la surveillance de l'état des infrastructures hydroélectriques¹¹.

L'IA joue également un rôle déterminant dans l'optimisation de la production et de la consommation énergétique. Dans le secteur hydraulique, par exemple, des modèles d'IA générative prennent en compte les conditions météorologiques, le débit des rivières ainsi que la demande du réseau¹². Pour l'énergie solaire, certains outils d'IA générative (tels que ChatGPT) intègrent des paramètres tels que les habitudes horaires des utilisateurs, l'usage d'appareils écoénergétiques ou

¹¹ SHEDRACK ONWUSINKWUE, FEMI OSASONA, ISLAM AHMAD IBRAHIM AHMAD et al., *Artificial intelligence (AI) in renewable energy: A review of predictive maintenance and energy optimization*, World Journal of Advanced Research and Reviews, January 26, 2024, p. 3.

¹² NITIN LILADHAR RANE, *Contribution of ChatGPT and Other Generative Artificial Intelligence (AI) in Renewable and Sustainable Energy*, Journal of Advances in Artificial Intelligence, January 3, 2024, p. 12.

encore les tarifs de l'électricité en temps réel¹³. Ces modèles permettent ainsi de limiter les pertes et de réduire les coûts de production.

L'IA s'avère également indispensable pour accroître l'efficacité des systèmes de stockage, élément essentiel afin de compenser l'intermittence des énergies renouvelables. Dans le cas de l'hydroélectricité, par exemple, ChatGPT peut analyser les données historiques afin de prévoir les périodes de forte demande énergétique ou de faible production hydroélectrique. Il est alors en mesure de recommander le recours à des solutions de stockage adaptées, telles que le pompage-turbinage ou les systèmes de batteries avancées, permettant de conserver l'excédent d'énergie produit en période d'abondance et de le restituer lors des pics de consommation¹⁴.

Enfin, l'intelligence artificielle trouve également des applications majeures dans le domaine du nucléaire, qu'il s'agisse de maintenance prédictive, d'optimisation de la production et de la consommation, d'automatisation ou encore de sûreté. Comme le souligne Nelly Ngoy Kubelwa, ingénieure nucléaire spécialisée dans les technologies innovantes à l'Agence internationale de l'énergie atomique, « associée à d'autres technologies, telles que les jumeaux numériques »¹⁵, l'IA pourrait considérablement accroître l'efficacité de la production d'énergie d'origine nucléaire¹⁶. »

¹³ *Ibid.*, p. 4.

¹⁴ *Ibid.*, p. 11.

¹⁵ Un jumeau numérique est une représentation numérique d'un objet physique, d'une personne ou d'un processus, capable de simuler des situations réelles et leurs résultats. Source : WOLFGANG PICOT, « Renforcer la production d'énergie nucléaire grâce à l'intelligence artificielle », *Bulletin de l'AIEA, « Les innovations nucléaires au service du zéro émission nette »*, septembre 2023, p. 19.

¹⁶ WOLFGANG PICOT, « Renforcer la production d'énergie nucléaire grâce à l'intelligence artificielle », *Bulletin de l'AIEA, « Les innovations nucléaires au service du zéro émission nette »*, septembre 2023, p. 19.

Conclusion

L'intelligence artificielle et le secteur énergétique sont intimement liés, et cette interdépendance devrait se renforcer à mesure que cette technologie connaîtra une montée en puissance rapide dans les années à venir. Toutefois, c'est bien la dépendance de l'IA vis-à-vis de l'énergie qui soulève les interrogations les plus pressantes, notamment sur le plan environnemental.

L'essor de l'intelligence artificielle exerce une influence considérable sur la consommation énergétique. Son coût environnemental est régulièrement dénoncé, en raison d'une demande excessive en énergie et du fait que celle-ci reste encore largement carbonée. À titre d'exemple, aux États-Unis, plus de 40 % de l'alimentation des centres de données repose sur le gaz naturel. En Chine, la situation est encore plus marquée, près de 70 % des centres de données étant alimentés par le charbon¹⁷.

Dans un avenir où l'IA occupera une place de plus en plus déterminante dans nos sociétés, et où les enjeux associés à cette technologie seront colossaux, une question centrale se pose : quelles solutions ou alternatives peuvent être mises en œuvre afin d'atténuer cette dépendance énergétique croissante ?

En janvier 2025, la société chinoise DeepSeek a apporté un élément de réponse en remettant en cause ce besoin exponentiel en énergie, grâce à la présentation de son modèle R1. Ce dernier ne requiert que 2 000 puces Nvidia, soit une fraction minime de la puissance habituellement nécessaire à l'entraînement de modèles équivalents. La mise sur le marché de ce système a provoqué une onde de choc, ébranlant à la fois les géants technologiques américains et les acteurs de l'énergie, dont les valeurs boursières ont accusé une baisse significative, remettant en question les projections initiales relatives à la demande énergétique de l'IA.

Parallèlement, afin de réduire l'empreinte environnementale de l'intelligence artificielle, diverses approches ont été développées pour limiter la consommation de données et la puissance de calcul nécessaire. Parmi celles-ci figurent notamment le TinyML, le pruning et la quantification, qui visent à concevoir des algorithmes optimisés. De ces innovations est née la notion d'« IA frugale », appelée à se développer face à une technologie dont l'usage, énergivore par essence, devrait croître de façon exponentielle dans les années à venir.

¹⁷ Energy and AI World Energy Outlook Special Report, *International Energy Agency*, April 2025, p. 88.

Selon l'AFNOR, « la frugalité d'un service d'IA vise à réduire globalement les besoins en ressources matérielles et énergétiques ainsi que les impacts environnementaux associés, par une redéfinition des usages ou des exigences de performance, ou encore par une réorientation des besoins du producteur du système d'IA vers le fournisseur du service considéré¹⁸. »

Le défi majeur auquel devront répondre les acteurs technologiques, énergétiques et les États consistera donc à trouver un équilibre entre durabilité et innovation, dans un contexte où l'intelligence artificielle est appelée à connaître une croissance exponentielle à l'échelle mondiale.

¹⁸ *Résumé - Référentiel Général pour l'IA frugale*, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, EcoLab et AFNOR Normalisation, p. 1.

Bibliographie

Communications et déclarations institutionnelles

- The White House, Establishing the National Energy Dominance Council, 15 février 2025. Disponible sur : <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/02/establishing-the-national-energy-dominance-council/>
- Parlement européen, Intelligence artificielle : définition et utilisation, 7 septembre 2020. Disponible sur : <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation>
- U.S. Department of Energy, Newly Signed Bill Will Boost Nuclear Reactor Deployment in the United States, 10 juillet 2024. Disponible sur : <https://www.energy.gov/ne/articles/newly-signed-bill-will-boost-nuclear-reactor-deployment-united-states>

Rapports et publications

- International Energy Agency (IEA), Electricity 2024: Analysis and Forecast to 2026, janvier 2024, 168 p.
- International Energy Agency (IEA), Energy and AI – World Energy Outlook Special Report, avril 2025, 302 p.
- U.S. Department of Energy (DOE), Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), Geothermal Technologies Office – Geothermal Resources' Value in Implementing Decarbonization (GTO GRID), novembre 2023, 94 p.
- RANE, Nitin Lillhadhar, Contribution of ChatGPT and Other Generative Artificial Intelligence (AI) in Renewable and Sustainable Energy, Journal of Advances in Artificial Intelligence, 3 janvier 2024, 26 p.
- Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, ÉcoLab & AFNOR Normalisation, Résumé – Référentiel général pour l'IA frugale, 4 p.
- ONWUSINKWUE, Shedrack ; OSASONA, Femi ; AHMAD IBRAHIM AHMAD, Islam et al., Artificial Intelligence (AI) in Renewable Energy: A Review of Predictive Maintenance and Energy Optimization, World Journal of Advanced Research and Reviews, 26 janvier 2024.
- PICOT, Wolfgang, Renforcer la production d'énergie nucléaire grâce à l'intelligence artificielle, Bulletin de l'AIEA – Les innovations nucléaires au service du « zéro émission nette », septembre 2023, 31 p.

Sites web

- Goldman Sachs, AI is Poised to Drive 160% Increase in Data Center Power Demand, 14 mai 2024. Disponible sur : <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand>
- Orano, SMR / Mini-réacteurs : un atout pour le nucléaire. Disponible sur : <https://www.orano.group/fr/decodage/smr-mini-reacteurs-un-atout-pour-le-nucleaire>
- International Energy Agency (IEA), Top Corporate Off-takers of Renewable Energy Power Purchase Agreements, 2010-2022, 4 juillet 2023. Disponible sur : <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/top-corporate-off-takers-of-renewable-energy-power-purchase-agreements-2010-2022>



Institut EGA

ISSN : 2739-3283

© Tous droits réservés, Paris, Institut d'études de géopolitique appliquée, 2025.

Institut d'études de géopolitique appliquée
121 rue du Vieux Pont de Sèvres 92100 Boulogne-Billancourt

Courriel : secretariat@institut-ega.org

Site internet : www.institut-ega.org