Veille technologique
L'impact de l'IA sur la découvrabilité dans le secteur culturel

ceimia

LATICCE
Laboratoire de recherche sur la découvrabilité
et les transformations des industries culturelles
à l'ère du commerce électronique

UQÀM

Novembre 2024 - N° 6

Une idée, vingt watts à l'heure : l'IA, et la consommation d'énergie en culture

Par Guy-Philippe Wells, Directeur scientifique du LATICCE

Résumé

L'utilisation des modèles d'intelligence artificielle dans notre quotidien a des impacts de nature très diverse sur notre monde. Ce qui semble plutôt banal sur le plan individuel peut devenir majeur lorsque l'on mesure l'agrégation mondiale de nos comportements. L'utilisation plutôt modérée de l'énergie que représentent les requêtes individuelles que nous effectuons auprès des différents modèles d'IA qui sont aujourd'hui disponibles sur internet constitue déjà une nouvelle charge importante sur les réseaux électriques mondiaux.

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime que les centres de données, les cryptomonnaies et l'intelligence artificielle consomment déjà mondialement plus d'énergie électrique que n'en produit le Québec en une année. L'augmentation de cette consommation au cours des deux prochaines années pourrait bien être équivalente à toute l'énergie électrique consommée annuellement en Allemagne. La nature énergivore de nos requêtes liées à l'IA présente un risque important quant à son impact sur la transition énergétique.

Les multinationales de l'internet sont conscientes que les besoins en énergie sont énormes pour le développement et l'utilisation de la multitude de modèles d'IA qui peuvent être mis en œuvre au cours des prochaines années. C'est pourquoi elles ont conclu cet automne des ententes visant à s'assurer d'un approvisionnement énergétique important.

Quant aux impacts sur la création en culture, la consommation d'énergie constitue un aspect de notre relation avec l'IA où l'être humain peut encore s'avérer plus efficace que la machine. Pour avoir une idée, notre cerveau n'a pas besoin d'être directement relié au réseau électrique, ce qui en fait aujourd'hui la boîte créative la plus désirable sur le plan environnemental.

1. ACTUALITÉS 3
1.1 La croissance de la consommation électrique dans le secteur des données 3
1.2 La consommation électrique liée à l'IA 5
1.3 La consommation d'énergie pour la création de la musique 7
1.4 Conclusion 10
2. ENTREVUE AVEC ALEX DE VRIES 11

1. ACTUALITÉS

En septembre, Microsoft a annoncé son intention d'acheter de l'électricité à la centrale de Three Mile Island en Pennsylvanie, où le pire accident nucléaire de l'histoire des États-Unis a eu lieu en 1979. Le site a fermé son unité d'exploitation restante en 2019, mais prévoit de rouvrir pour ce projet.

En octobre, Google a annoncé un accord avec la startup nucléaire Kairos Power, achetant 500 mégawatts d'électricité provenant de sept petits réacteurs modulaires (SMR) qui n'ont pas encore été construits. Et il y a quelques jours à peine, Amazon a conclu un accord similaire avec la startup X-Energy.

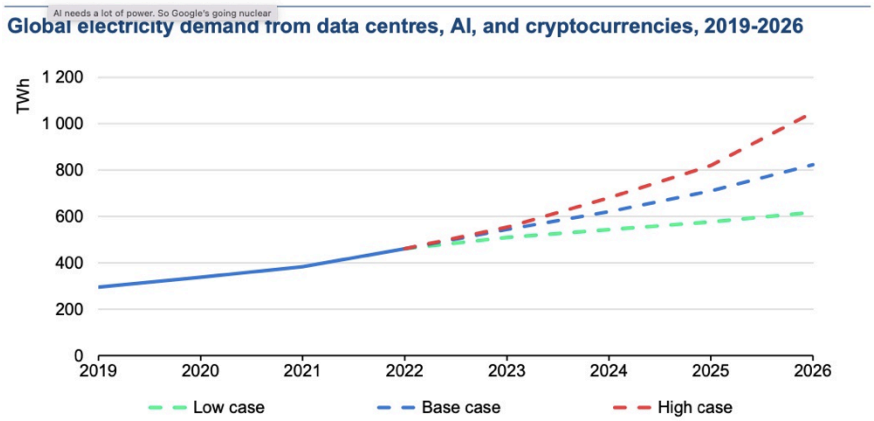
Les multinationales de l'internet cherchent activement à s'assurer d'un approvisionnement massif et stable en énergie face à la croissance énorme au cours des dernières années des besoins en électricité requis pour opérer les centres de données et les modèles d'intelligence artificielle.

1.1 La croissance de la consommation électrique dans le secteur des données

L'Agence internationale de l'énergie (AIE), organisation internationale sous l'égide de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), estime que la croissance de la consommation électrique liée aux centres de données, aux cryptomonnaies et à l'intelligence artificielle pour les deux prochaines années se situera entre la consommation électrique totale de la Suède et de l'Allemagne, soit une augmentation entre 160 térawattheures (TWh) et 590 TWh.[1]

[1] Agence internationale de l'énergie. *Electricity : analysis and forecast to 2026*. Janvier 2024. https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b2fd954-2017-408e-bf08-952fdd62118a/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf

À titre d'exemple, le Québec a produit en 2021 212,9 TWh d'électricité, environ le tiers de toute la production d'électricité au Canada.[2]



Source : AIE, 2024

L'AIE demeure prudente sur cette croissance en établissant trois scénarios qui présentent des données significativement différentes. Elle explique que les tendances futures sont complexes à mesurer, vu l'évolution rapide des technologies dans les services numériques. Au total, les centres de données, la cryptomonnaie et l'intelligence artificielle ont consommé 460 TWh mondialement en 2022.

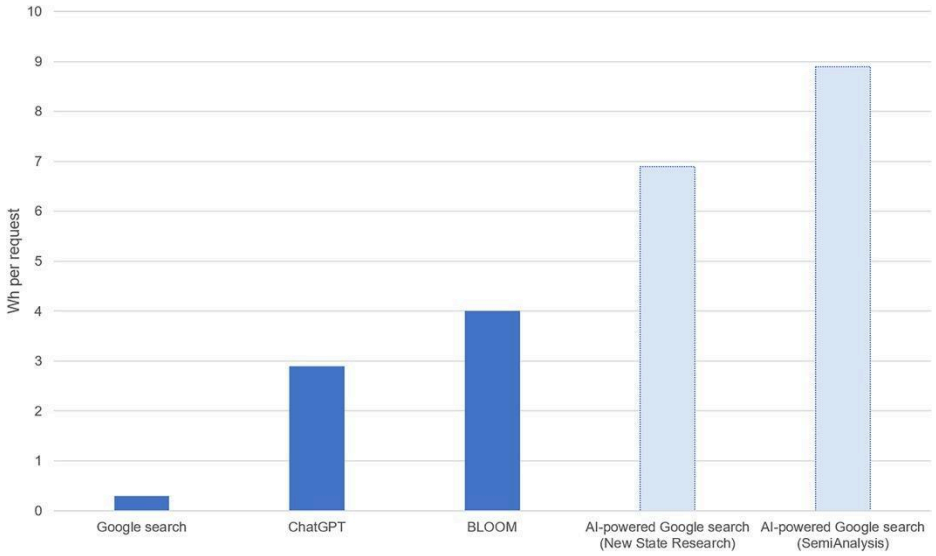
Pour l'instant, la plus grande partie de cette consommation est liée aux centres de données qui se sont développés en grande partie aux États-Unis, en Europe et en Chine. Il existe actuellement plus de 8 000 centres de données dans le monde, dont environ 33 % sont situés aux États-Unis, 16 % en Europe et près de 10 % en Chine (AIE 2024). La demande en électricité dans les centres de données provient principalement de deux processus : le calcul informatique représente 40 % de la demande en électricité d'un centre de données et les besoins en refroidissement matériel représentent également environ 40 %. Les 20 % restants proviennent d'autres équipements informatiques associés.

[2] Régie de l'énergie du Canada. *Profil énergétique des provinces et territoires.* Septembre 2024. https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/marches-energetiques/profils-energetiques-provinces-territoires/profils-energetiques-provinces-territoires-quebec.html#:~:text=Électricité,production%20d'électricité%20au%20Canada.

1.2 La consommation électrique liée à l'IA[3]

La consommation liée à l'intelligence artificielle est appelée à croître de manière très importante à la suite de son intégration dans l'utilisation de plusieurs outils développés récemment ou en voie d'être utilisés par des centaines de millions d'utilisateurs. Les outils de recherche comme Google pourraient voir leur demande d'électricité décupler s'ils y mettent pleinement en œuvre l'IA. Si l'on compare la demande électrique moyenne d'une recherche Google typique (0,3 Wh d'électricité) à ChatGPT d'OpenAI (2,9 Wh par requête), et en considérant 9 milliards de recherches quotidiennes, cela nécessiterait près de 10 TWh d'électricité supplémentaire par an pour satisfaire les besoins futurs de l'outil de recherche.

Consommation d'énergie par requête

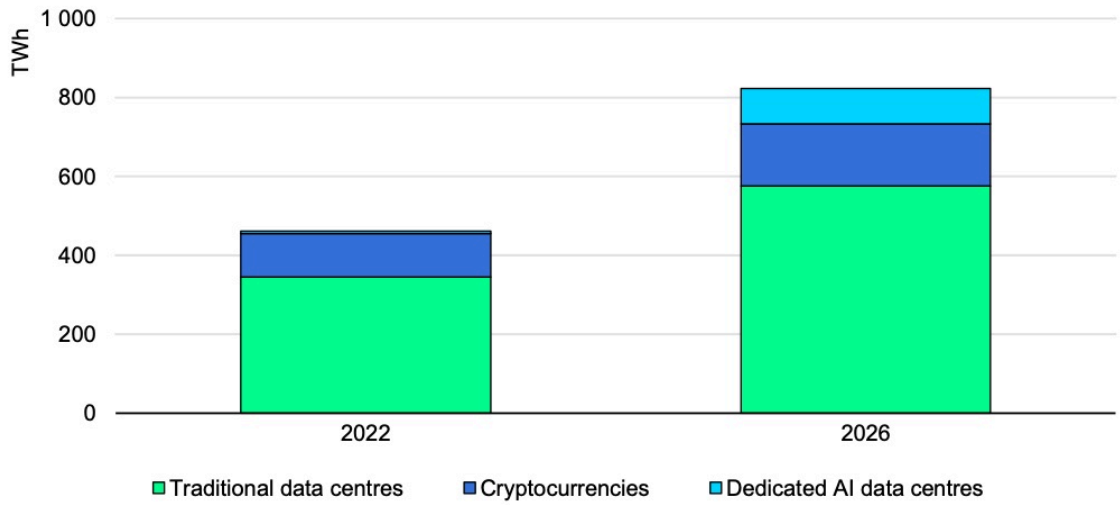


Source : de Vries, 2023

La demande d'électricité de l'IA peut être prévue de manière plus précise en fonction du nombre de serveurs d'IA qui devraient être vendus à l'avenir et de leur puissance nominale. Le marché des serveurs IA est actuellement dominé par la société technologique NVIDIA, avec environ 95 % de part de marché. En 2023, NVIDIA a livré 100 000 unités consommant en moyenne 7,3 TWh d'électricité par an. D'ici 2026, l'industrie de l'IA devrait avoir connu une croissance exponentielle pour consommer au moins dix fois sa demande de 2023.

[3] Nous utilisons dans cette section des extraits du texte de l'article suivant : Alex de Vries. *The growing energy footprint of artificial intelligence*. Joule, Volume 7, Issue 10, 2023, pp. 2191-2194. https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004

Estimated electricity demand from traditional data centres, dedicated AI data centres and cryptocurrencies, 2022 and 2026, base case



Source : AIE, 2024

L'IA générative, utilisée pour créer de nouveaux contenus (par exemple, du texte, des images ou des vidéos), notamment par l'outil de génération de texte ChatGPT et DALL-E d'OpenAI, un outil popularisé en 2022 qui transforme les requêtes textuelles en images. Ces deux outils utilisent le traitement du langage naturel et, bien qu'ils emploient des techniques distinctes, ils partagent un processus commun : une phase d'entraînement initiale suivie d'une phase d'utilisation.

La phase de d'entraînement des modèles d'IA est souvent considérée comme la plus énergivore, ce qui reste à être déterminé. À ce stade, un modèle d'IA, tel que celui de ChatGPT, est alimenté par de grands ensembles de données. Les paramètres initialement arbitraires du modèle sont ajustés pour aligner étroitement le résultat prédit sur le résultat cible. Pour les modèles de langage de grande taille (LLM) tels que Generative Pre-trained Transformer 3 (GPT-3), à partir duquel ChatGPT a été développé en tant que variante spécialisée, ce processus permet d'apprendre à prédire des mots ou des phrases spécifiques en fonction du contexte donné. Une fois déployés, ces paramètres guident le comportement du modèle. Les LLM suivants, GPT-3, Gopher et Open Pre-trained Transformer (OPT), auraient utilisé respectivement 1 287, 1 066 et 324 MWh pour l'entraînement. Chacun de ces LLM a été formé sur des téraoctets de données et comporte 175 milliards de paramètres ou plus.

Après l'entraînement, les modèles sont déployés dans un environnement de production et commencent ce qu'on pourrait appeler la phase d'utilisation, où ils génèrent des sorties basées

sur de nouvelles données. Pour un outil tel que ChatGPT, cette phase consiste à créer des réponses en direct aux requêtes des utilisateurs. La phase d'utilisation a reçu relativement peu d'attention dans la littérature concernant la durabilité environnementale de l'IA. Cependant, certains éléments indiquent que cette phase pourrait contribuer de manière significative aux coûts du cycle de vie d'un modèle d'IA. Le cabinet de recherche SemiAnalysis a suggéré qu'OpenAI avait besoin de 3 617 serveurs HGX A100 de NVIDIA, avec un total de 28 936 unités de traitement graphique (GPU), pour prendre en charge ChatGPT, ce qui implique une demande énergétique de 564 MWh par jour.[4] Comparée aux 1 287 MWh estimés utilisés dans la phase d'entraînement de GPT-3, la demande énergétique de la phase d'utilisation semble considérablement plus élevée.

En outre, Google a signalé que 60 % de la consommation d'énergie liée à l'IA de 2019 à 2021 provenait de l'utilisation. La société mère de Google, Alphabet, a également exprimé son inquiétude concernant les coûts d'utilisation par rapport aux coûts d'entraînement.[5] Cependant, des données contrastées de Hugging Face indiquent que le modèle BLOOM a consommé beaucoup moins d'énergie pendant l'utilisation que pendant la phase d'entraînement. Divers facteurs, tels que la fréquence de recyclage des modèles d'IA et le compromis entre les performances du modèle et la consommation d'énergie, influencent en fin de compte ce ratio. La question de savoir dans quelle mesure la phase d'utilisation se compare généralement à la phase d'entraînement en termes de consommation d'électricité reste ouverte, car la littérature actuelle offre peu d'informations supplémentaires sur le poids relatif de chaque phase. Les études futures devraient donc examiner en profondeur toutes les étapes du cycle de vie d'un modèle d'IA, de la conception jusqu'à l'utilisation, en passant par la collecte de données et l'entraînement.

1.3 La consommation d'énergie pour la création de la musique

La création musicale à l'aide des modèles d'IA développés par des entreprises comme Udio participe à l'augmentation générale de la consommation d'énergie par le développement et l'utilisation des modèles d'IA. Tout comme ChatGPT et les autres, la conception et l'entraînement des modèles d'IA musicaux requièrent l'analyse d'une grande quantité de données qui nécessite l'utilisation de centaines de MWh. Nous ne connaissons pas la

[4] Patel, Dylan, and Afzal Ahmad. *The Inference Cost Of Search Disruption–Large Language Model Cost Analysis.* 2023. https://www. semianalysis. com/p/theinference-cost-of-search-disruption

[5] Dastin, J. et S. Nellis. *Focus: For tech giants, AI like Bing and Bard poses billion-dollar search problem*. Reuters, 2023. https://www.reuters.com/technology/tech-giants-ai-like-bing-bard-poses-billion-dollar-search-problem-2023-02-22/

consommation qui a été requise pour le développement du modèle d'IA d'une entreprise comme Udio. Cependant, nous savons que l'énergie consommée par une requête pour générer une chanson sur un modèle d'IA comme ceux d'Udio ou ChatGPT Music Generation dépend de plusieurs facteurs, notamment la complexité du modèle, la longueur de la chanson, et la capacité de traitement requise. Voici un aperçu des éléments qui influencent cette consommation d'énergie :

1) Type de modèle utilisé : Certains modèles sont très complexes et ont été entraînés avec des millions de paramètres, ce qui requiert davantage d'énergie pour générer une sortie. Par exemple, un modèle de génération musicale plus simple consommera moins qu'un modèle qui imite fidèlement des instruments et des voix avec des détails nuancés.

2) Durée de la chanson : Plus la sortie est longue, plus l'IA devra effectuer de calculs et donc consommer d'énergie. La génération d'une chanson complète (quelques minutes) pourrait demander bien plus de ressources qu'un court extrait.

3) Infrastructure et efficacité énergétique : Les serveurs d'IA sont généralement optimisés pour l'efficacité énergétique, mais cela varie selon les infrastructures. Par exemple, certains centres de données sont alimentés en énergies renouvelables ou optimisés pour des performances énergétiques élevées.

Il est difficile de donner un chiffre précis sur la consommation électrique de ce type de pratique sans accès aux données spécifiques de consommation d'Udio. Nous pouvons cependant tenter une estimation. Précisons que nous effectuons cette estimation sans connaître les paramètres réels du fonctionnement des entreprises telles qu'Udio, qui ne sont pas publics.

Les requêtes liées à l'utilisation des modèles d'IA sont traitées par des unités de traitement graphique (GPU en anglais : graphics processing unit) telles que le GPU A100 80G de NVIDIA. Celui-ci consomme au total environ 440 W. La requête pour une chanson sur Udio est traitée durant une période variant entre 30 secondes et une minute. Nous ne savons pas s'il s'agit uniquement du temps de traitement par le GPU ou si d'autres tâches sont accomplies durant cette période. Si nous faisons l'hypothèse que le traitement par le GPU dure 30 secondes, nous pouvons estimer à environ 3,7 Wh la consommation d'une requête musicale.

Ce résultat ne semble pas si élevé si l'on prend connaissance du modèle d'affaires d'Udio. L'abonnement de base à Udio coûte 10 US$ par mois et permet la création d'environ 150 requêtes. Les 150 requêtes demanderont environ 0,67 heure de traitement par un GPU. Le coût

actuel de traitement par un GPU A100 80G est environ de 1,80 US$ de l'heure en faisant affaire avec une entreprise telle que Lambda, qui offre ce genre de service. Le coût mensuel de traitement de chaque abonné serait alors de 1,20 US$. La consommation électrique de chaque abonné correspondrait à 555 Wh par mois s'il utilise tous ses crédits.

Notons que la consommation présentée est liée à une simple requête d'une chanson de 2 minutes. Une chanson peut être le fruit de multiples requêtes visant à ajuster le résultat final à l'objectif de l'utilisateur. Une génération musicale complète avec des aspects vocaux, mélodiques, et instrumentaux pourrait bien consommer entre 10 et 50 Wh, selon la complexité du rendu, la durée de la chanson et le nombre de requêtes nécessaires pour créer le résultat désiré.

Qu'en est-il de la comparaison que l'on pourrait faire entre la consommation énergétique de l'IA et celle de l'être humain ? L'activité cérébrale de l'être humain consomme environ 20W, ce qui le rend beaucoup plus efficace que le GPA de NVIDIA qui en consomme 440W. Il faut noter que l'énergie consommée par le cerveau humain n'est pas directement reliée au réseau électrique.

On peut bien sûr présenter l'argument que la création humaine ne se déroule pas dans un vacuum, que l'être humain doit être alimenté en énergie pour vaquer à ses occupations. On pourrait y répondre que le choix d'un individu d'entreprendre une activité cérébrale créative ne représente pas une charge additionnelle sur le réseau électrique. Quoique l'individu fasse, son cerveau requerra sensiblement la même demande énergétique. On peut ajouter à cela que le cerveau de l'être humain qui interagit avec un modèle d'IA consomme également de l'énergie. Sur le plan créatif, le cerveau humain nous apparaît clairement comme le moyen le plus efficace énergétiquement pour produire une idée.

Cependant, les modèles d'IA générative offrent une réponse à une requête en produisant un résultat final qui correspond à un enregistrement sonore professionnel. Pour comparer l'humain et la machine, il faut donc tenir compte de la consommation énergétique liée à l'enregistrement d'une chanson. Folie (2011)[6] a estimé qu'un studio d'enregistrement type exige une capacité d'environ 6000W d'électricité pour ses opérations. Si l'on estime la durée de l'enregistrement d'une chanson à trois heures, la consommation électrique totale nécessaire à la production d'une chanson sera d'environ 1,8 kWh. La consommation nécessaire à la même opération effectuée par l'IA peut être significativement inférieure. Si nous faisons l'hypothèse qu'une

[6] Folie, A. 2011. *The truly green recording studios a reality or still just a dream?* Proceedings of the Institute of Acoustics, University of Edinburgh.

vingtaine de requêtes soient nécessaires pour arriver au résultat souhaité par l'utilisateur d'un modèle d'IA, la consommation électrique s'élèvera à environ 74 Wh, soit 243 fois moins.

La principale distinction que nous pouvons faire quant à l'impact de la production musicale sur la consommation d'énergie est la question de l'échelle de cette consommation. Les artistes professionnels représentent une petite partie de la population totale. Rares sont ceux qui produisent plus d'une dizaine de chansons sur une période de deux ou trois ans. La pression sur le réseau électrique que constitue cette activité ne saurait être autre que marginale. Il en va autrement du potentiel de consommation énergétique des utilisateurs des modèles d'IA liés à la production musicale. Nous ne savons pas encore s'ils seront des millions ou des centaines de millions à interagir avec ces modèles d'IA, mais nous savons que la consommation qui en résultera sera une nouvelle charge sur les réseaux électriques.

1.4 Conclusion

L'utilisation de l'intelligence artificielle pour la création musicale a le potentiel de représenter une nouvelle source importante de consommation énergétique dans un contexte d'objectifs de diminution de la consommation des énergies fossiles et d'une transition vers l'augmentation de la part de l'énergie électrique dans notre consommation totale. L'exemple de consommation d'énergie que nous avons donné avec l'abonnement à Udio ne paraît pas très élevé si on l'observe sur le plan individuel. Mais en matière d'énergie, tout est question de l'échelle de la consommation et de la demande totale à un moment précis dans le temps.

Dès son lancement en début d'année, Udio observait déjà environ un million de requêtes par jour provenant d'un bassin d'utilisateurs de 600 000 personnes. Le service en est à ses premiers pas et il est possible que les requêtes se calculent davantage en centaines de millions par jour lorsque ce type de services sera utilisé par une partie importante de la population mondiale.

Bien sûr, la génération de musique par l'IA ne devrait représenter qu'une petite partie du total des requêtes qui seront réalisées dans toutes les formes d'utilisations possibles de l'IA par les individus et les entreprises. Mais elle s'inscrit dans cette nouvelle demande massive d'énergie qui provoquera sans doute d'importants débats sur les priorités d'utilisation de l'énergie dans le contexte de la lutte aux changements climatiques. Les multinationales d'internet apparaissent comme étant bien habiles à sécuriser un approvisionnement conséquent en énergie avant que des choix difficiles soient à faire en la matière.

La croissance extraordinaire de la demande en énergie associée aux centres de données, aux cryptomonnaies et à l'IA peut aussi être perçue comme une opportunité pour les énergies renouvelables. Les multinationales de l'internet ont aujourd'hui intérêt à utiliser une part de leurs énormes moyens pour favoriser le développement d'un réseau électrique basé sur les énergies renouvelables. De plus, l'aspect stratégique de la localisation de ce type de services sur un territoire national peut encourager les gouvernements à adopter de nouvelles politiques de développement énergétique. La question des stratégies à adopter se pose au Québec, détenteur à la fois d'importantes quantités potentielles d'énergie renouvelable, d'eau et d'un climat frais. Trois éléments importants dans la consommation énergétique liée à l'IA. Il est difficile aujourd'hui de prédire quelle est la voie qu'emprunteront nos sociétés face à ce défi, mais il nous semble certain que le visage du réseau énergétique mondial sera dans dix ans très différent de celui que nous connaissons aujourd'hui.

2. ENTREVUE AVEC ALEX DE VRIES[7]

Alex de Vries est doctorant à la VU Amsterdam School of Business and Economics et fondateur de Digiconomist, une société de recherche qui se consacre à révéler les conséquences imprévues des tendances numériques. Ses recherches portent sur l'impact environnemental des technologies émergentes et ont joué un rôle majeur dans le débat mondial sur la durabilité de la technologie blockchain.

Q : Pourquoi pensez-vous qu'il est important d'examiner la consommation énergétique de l'intelligence artificielle ?

Parce que l'IA est énergivore. J'en ai donné un exemple dans mon article de recherche : j'ai souligné que, si l'on transformait entièrement le moteur de recherche de Google en quelque chose comme ChatGPT, et que tout le monde l'utilisait de cette façon — ce qui ferait neuf milliards d'interactions avec des chatbots au lieu de neuf milliards de recherches normales par jour — alors, la consommation énergétique de Google grimperait en flèche. Google aurait besoin d'autant d'énergie que l'Irlande pour faire fonctionner son moteur de recherche. Mais cela ne va pas se passer comme ça, car Google devrait également investir 100 milliards de dollars dans du matériel pour que cela soit possible. Et même si [l'entreprise] avait l'argent pour investir, la chaîne d'approvisionnement ne pourrait pas livrer tous ces serveurs immédiatement. Mais je pense quand même qu'il est utile d'illustrer que si vous comptez utiliser l'IA générative

[7] Entrevue réalisée par Lauren Leffer pour Scientific American, le 13 octobre 2023. https://www.scientificamerican.com/article/the-ai-boom-could-use-a-shocking-amount-of-electricity/

dans des applications [comme un moteur de recherche], cela a le potentiel de rendre chaque interaction en ligne beaucoup plus gourmande en ressources.

Je pense qu'il est sain d'inclure au moins la durabilité lorsque nous parlons du risque de l'IA. Lorsque nous parlons du risque potentiel d'erreurs, des inconnues de la boîte noire ou du biais de discrimination de l'IA, nous devrions également inclure la durabilité comme un facteur de risque. J'espère que mon article encouragera au moins le processus de réflexion dans cette direction. Si nous devons utiliser l'IA, est-ce que cela va aider ? Pouvons-nous le faire de manière responsable ? Avons-nous vraiment besoin d'utiliser cette technologie en premier lieu ? Que veut et dont a besoin un utilisateur final, et comment pouvons-nous l'aider au mieux ? Si l'IA fait partie de cette solution, d'accord, allez-y. Mais si ce n'est pas le cas, ne l'intégrez pas.

Q : Quelles parties des processus de l'IA utilisent toute cette énergie ?

L'IA se divise généralement en deux grandes phases. La première est la phase d'entraînement, qui consiste à configurer le modèle et à lui apprendre à se comporter. La seconde est la phase d'inférence, au cours de laquelle vous mettez le modèle en fonctionnement réel et commencez à lui envoyer des requêtes pour qu'il puisse produire des réponses originales. Ces deux phases sont très gourmandes en énergie, et nous ne savons pas vraiment quel est le rapport entre ces deux phases. Historiquement, avec Google, l'équilibre était de 60 % d'inférence et de 40 % d'entraînement. Mais avec ChatGPT, ce n'était plus le cas, car l'entraînement de ChatGPT consommait relativement peu d'énergie, par rapport à l'application du modèle.

Cela dépend de nombreux facteurs, comme la quantité de données incluses dans ces modèles. Je veux dire, ces grands modèles de langage sur lesquels repose ChatGPT sont connus pour utiliser d'énormes ensembles de données et avoir des milliards de paramètres. Et bien sûr, rendre ces modèles plus grands est un facteur qui contribue à ce qu'ils aient simplement besoin de plus de puissance, mais c'est aussi la façon dont les entreprises rendent leurs modèles plus robustes.

Q : Quelles sont les autres variables à prendre en compte lorsque l'on réfléchit à la consommation d'énergie de l'IA ?

Le refroidissement n'est pas inclus dans mon article, mais s'il y avait des données sur lesquelles s'appuyer, elles l'auraient été. Une grande inconnue est de savoir où ces serveurs vont finir. C'est très important, car s'ils sont chez Google, la consommation d'énergie de refroidissement supplémentaire va être de l'ordre de 10 %. Mais les centres de données mondiaux, en moyenne, ajouteront 50 % au coût énergétique simplement pour garder les machines au frais. Certains centres de données sont encore moins performants.

Direction scientifique : Michèle Rioux, directrice du LATICCE

Rédaction : Guy-Philippe Wells, directeur scientifique du LATICCE

Coordination : Janick Houde et Arnaud Quenneville-Langis du CEIMIA

Révision : Mathieu Marcotte du CEIMIA

Centre d'expertise international de Montréal en intelligence artificielle (CEIMIA)
7260 Rue Saint-Urbain, Montréal, QC H2R 2Y6, suite, 602, CANADA. Site web: www.ceimia.org

Centre d'études sur l'intégration et la mondialisation (CEIM)
UQAM, 400, rue Sainte-Catherine Est, Pavillon Hubert-Aquin, bureau A-1560, Montréal (Québec) H2L 2C5
CANADA. Téléphone : 514 987-3000, poste 3910 / Courriel: ceim@uqam.ca / Site web: www.ceim.uqam.ca

Les opinions exprimées et les arguments avancés demeurent sous l'entière responsabilité du rédacteur.