



IA et enjeux environnementaux

L'insoutenable matérialité de l'IA

Sylvain Bouveret

LIG – Grenoble INP, Université Grenoble-Alpes – Ecoinfo

Science Infuse Saison #14

BU Sciences UGA, 26 avril 2026



Revue de presse (juin 2015)

ZDNET Actualités, business et technologies pour les professionnels

Actualités Dossiers Guides pratiques Guides d'achat

Carrières IT Informatique Cybersécurité Réseaux et télécoms Transformation Numérique Galien Livres Marchés

Dossiers & services Podcast Dossier sécurité des données L'impact IT Chiffres clés Synopsys

ZDNET Actualités

New York adopte un projet de loi pour prévenir les catastrophes provoquées par l'IA

L'État américain de New York a fait le premier pas vers la législation visant à prévenir les catastrophes à grande échelle causées par des intelligences artificielles (IA).

Par [Alexandra](#) le 16/06/2015 à 10h02

À LA UNE EN CONTINU REPLAYS DIRECT TV FR RÉGLAGES MENU

FRANCE EUROPE AFRIQUE AMÉRIQUES ASIE-PACIFIQUE MOYEN-ORIENT

À LA UNE EN CONTINU

IA: les responsables chrétiens veulent peser sur la réflexion

Par [L'AFP](#) - Face au développement de l'intelligence artificielle, les responsables

L'EXPRESS Connexion

POLITIQUE MONDE ÉCONOMIE CLIMAT TECH SCIENCES SOCIÉTÉ IDÉES NEWSLETTERS

ECONOMIE | TECH ET TRANSFORMATIONS | L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

IA: le champion européen Mistral face au défi de la monétisation

Tech. Alors qu'OpenAI ouvre des bureaux dans le monde entier, Mistral doit sécuriser rapidement des clients.

Par [Alexandra](#)

Grands

L'ESSENTIEL DU 16 JUIN

Guerre Israël-Iran - Trump se dit "ouvert" à une médiation menée par Poutine

En direct : l'Iran affirme avoir frappé "avec succès" Israël

la dernière

Je vous demande de vous arrêter de parler de l'IA

radio nova

Car 10 714,00 € -1,80% Dow Jones 42 287,26 -0,70% Nasdaq composite 21 402,01 -0,80% Nikkei 225 21 814,26 -0,80% Pérou Bourse 76,52 -0,80%

Les Echos

À la une | Économie | Politique | Entreprises | Finance | Marchés | Bourse | Monde | Tech | Médias | Start-up | Régions | Patrimoine | Travail | Réseau | Le Mag | WE

Médias | High Tech | Intelligence artificielle

DÉCRYPTAGE

Photoshop, Canva... Comment l'IA générative bouscule les logiciels de créativité

Par Adobe et son rival Canva, le succès de l'IA se jouera à quitte ou double. La profusion d'images rend incountables leurs technologies, mais leurs outils risquent aussi de disparaître derrière les chatbots.

Les dessous de l'IA

Pourquoi l'IA c'est gourmand en calcul...



De quelle IA parle-t-on ?

- Intelligence Artificielle \supset apprentissage machine \supset apprentissage profond
- IA prédictive \neq IA générative



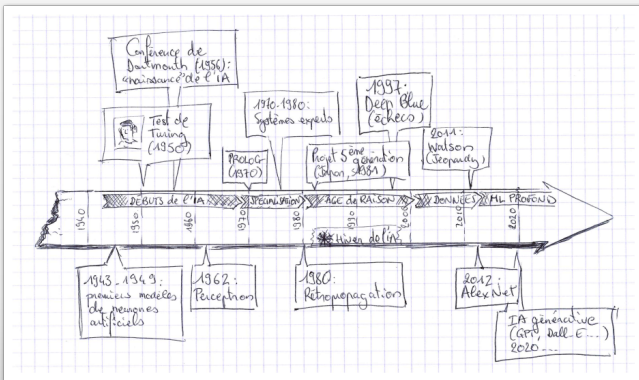
De quelle IA parle-t-on ?

- Intelligence Artificielle \supset apprentissage machine \supset apprentissage profond
- IA prédictive \neq IA générative



De quelle IA parle-t-on ?

- Intelligence Artificielle \supset apprentissage machine \supset **apprentissage profond**
- IA prédictive \neq **IA générative**
- Une explosion récente... Mais une histoire ancienne





L'IA générative





L'IA générative

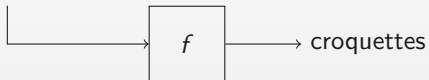
Le gros chat mange des





L'IA générative

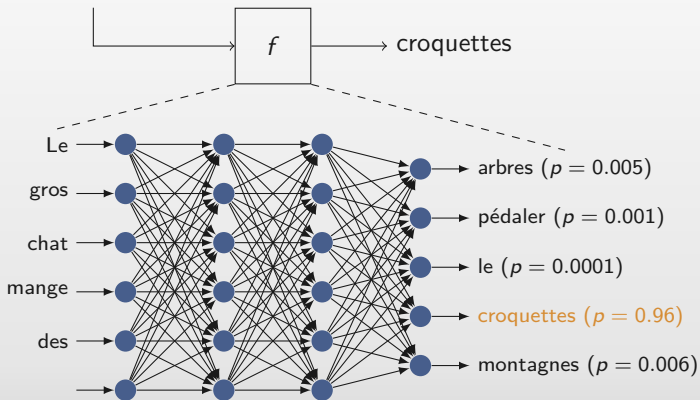
Le gros chat mange des





L'IA générative

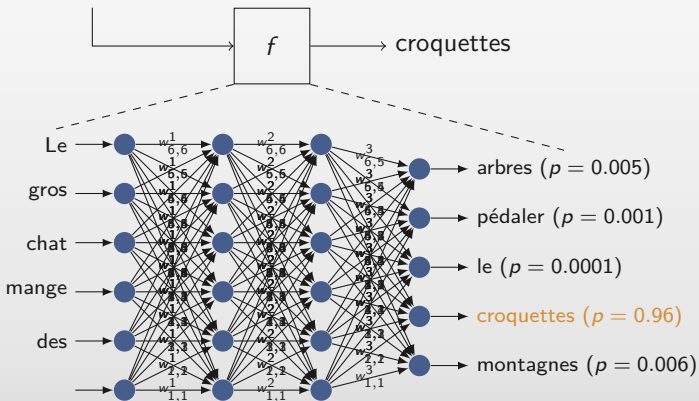
Le gros chat mange des





L'IA générative

Le gros chat mange des





Les paramètres [Epoch AI, 2026]

- **GPT-3 (OpenAI) :**
 - $1,75 \times 10^{11}$ paramètres (= 175 milliards), 96 couches
 - 32000 mots (tokens) en entrée
 - 12000 dimensions dans l'espace des mots

	Paramètres
GPT-1 (2018)	117 millions
GPT-2 (2019)	1.5 milliards
GPT-3 (2020)	175 milliards
GPT-4 (2023)	1700 milliards

- **Llama 3.1 (Meta, 2024) :**
 - 405 milliards de paramètres, 126 couches
 - 128000 mots (tokens) en entrée

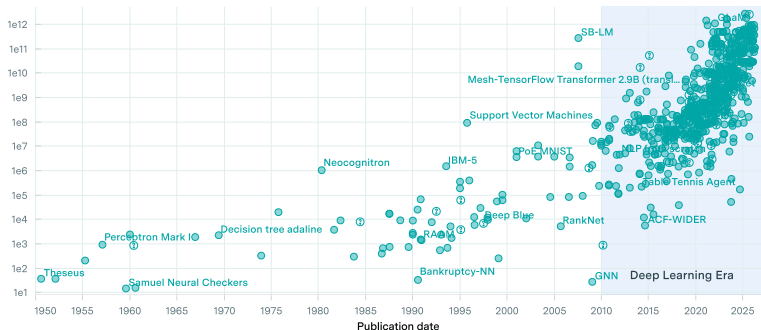


Tendances (nombres de paramètres)

Notable AI models

Number of trainable parameters

🕒 : Speculative data 716 Results



EPOCH AI | CC-BY

epoch.ai

Source : [Epoch AI, 2026]



L'entraînement

- Comment ces poids sont-ils calculés ?



L'entraînement

- Comment ces poids sont-ils calculés ?
- Par **apprentissage** : essais / erreurs à partir d'exemples



L'entraînement

- Comment ces poids sont-ils calculés ?
- Par **apprentissage** : essais / erreurs à partir d'exemples
- Des milliards de paramètres → énormes bases d'exemples nécessaires



Jeu de données d'entraînement

Pour GPT-3 (source [Brown et al., 2020]) :

Dataset	nb tokens	poids dans l'entraînement
Common Crawl (filtered)	410 milliards	60%
WebText2	19 milliards	22%
Books1	12 milliards	8%
Books2	55 milliards	8%
Wikipedia	3 milliards	3%

- Common Crawl \approx 3 milliards de pages Web
- Un livre \approx 100 000 tokens



Jeu de données d'entraînement

Pour GPT-3 (source [Brown et al., 2020]) :

Dataset	nb tokens	poids dans l'entraînement
Common Crawl (filtered)	410 milliards	60%
WebText2	19 milliards	22%
Books1	12 milliards	8%
Books2	55 milliards	8%
Wikipedia	3 milliards	3%

- Common Crawl \approx 3 milliards de pages Web
- Un livre \approx 100 000 tokens

Pour Llama 3.1 (source [Epoch AI, 2026]) :

- 15600 milliards de tokens d'apprentissage

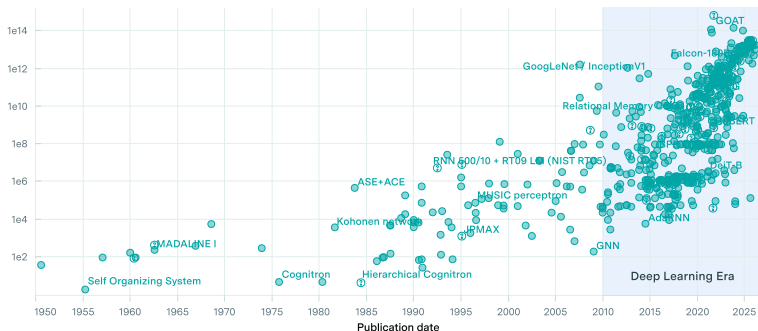


Tendances (jeux d'entraînement)

Notable AI models

Training dataset size

🕒 : Speculative data 620 Results



EPOCH AI | CC-BY

epoch.ai

Source : [Epoch AI, 2026]



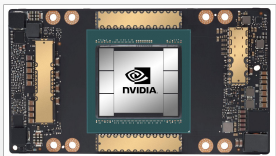
Le coût de calcul

Taille des réseaux + nombre d'exemples → coût d'entraînement :

- Pour GPT 4.0 : $2,8 \times 10^{25}$ FLOP [Epoch AI, 2026]
- Pour Llama 3.1 : $3,8 \times 10^{25}$ FLOP [Epoch AI, 2026]

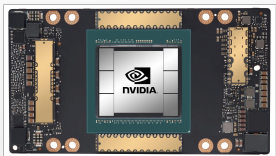


IA = calculs + données



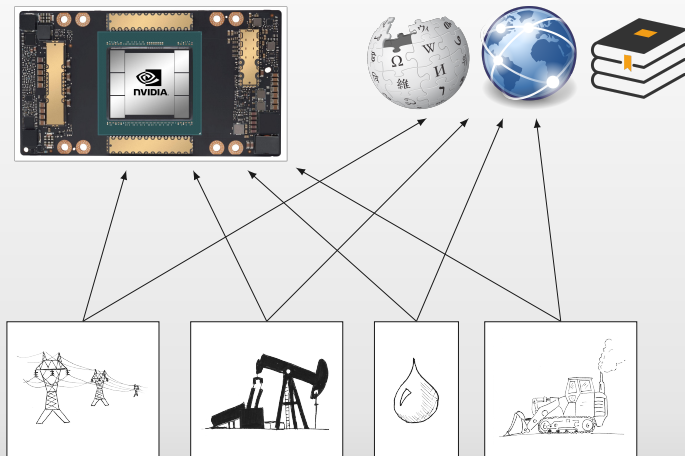


IA = calculs + données



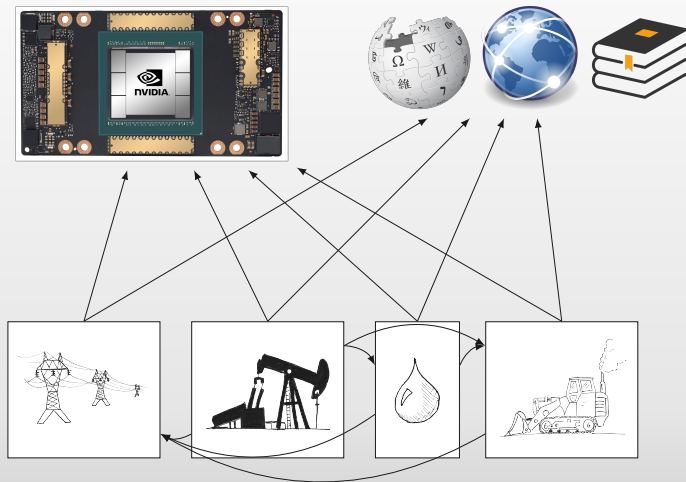


IA = calculs + données



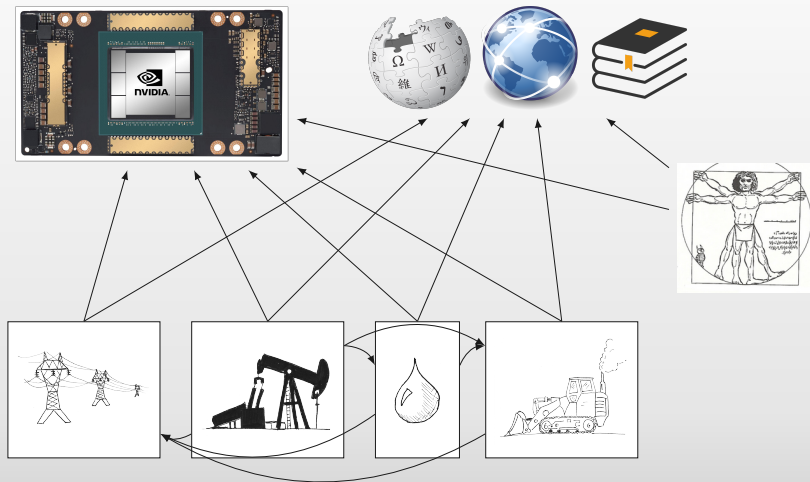


IA = calculs + données





IA = calculs + données



L'infrastructure derrière l'IA

Les datacentres



Le paysage numérique



Le paysage numérique



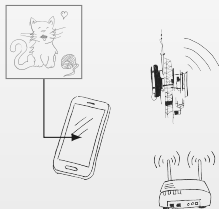


Le paysage numérique



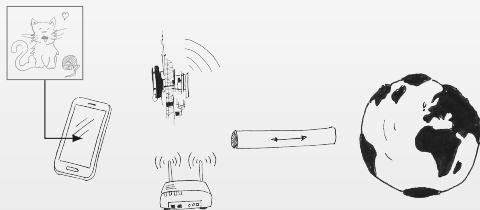


Le paysage numérique



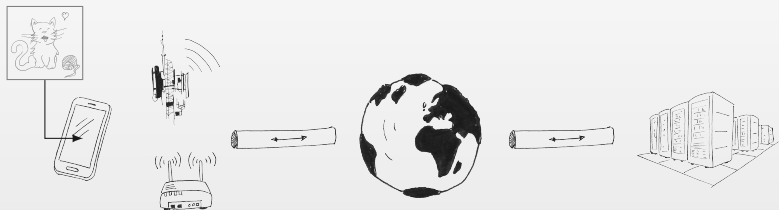


Le paysage numérique



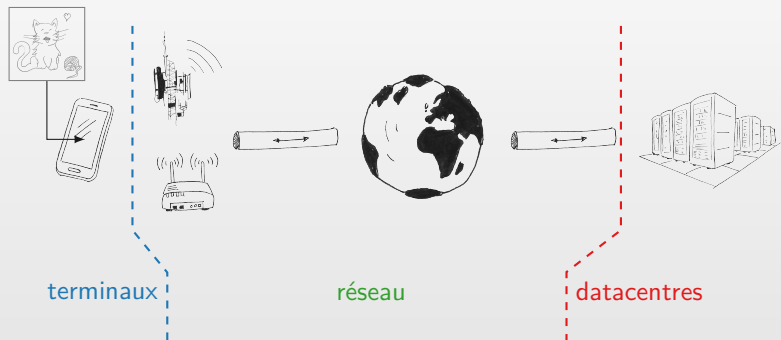


Le paysage numérique





Le paysage numérique





Refroidir des datacentres



(Source Google Maps)



Refroidir des datacentres





Consommation des datacentres





Consommation des datacentres

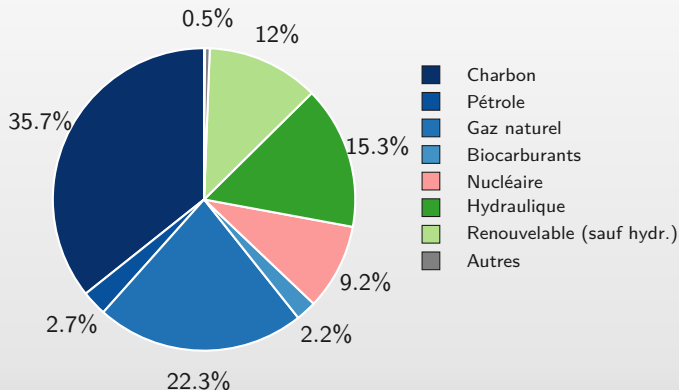


- Monde, en 2022
[Shift Project, 2025, International Energy Agency, 2022] :
 - 530 TWh / 29270 TWh \approx 1,8 % de la consommation électrique mondiale
 - 250 MTeqCO₂ \approx 0,7 % des émissions mondiales
- Attention, concerne l'ensemble des datacentres (pas seulement l'IA)
 - Part de l'IA difficile à estimer (qu'est-ce que l'IA ?)
 - IAgén \approx 15 % à l'heure actuelle (prévision jusqu'à 50 % en 2030)
[Shift Project, 2025]



Sources de l'énergie électrique

Énergie électrique totale produite en 2022 : 29270 TWh



(source [International Energy Agency, 2022])



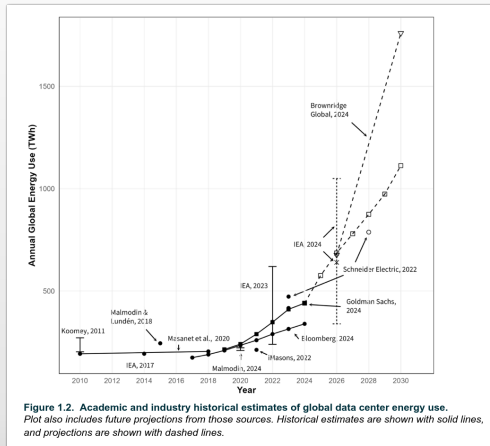
IA et datacentres : tendances

- Part de l'IAgen encore (relativement) faible dans les datacentres
- Mais agit clairement comme un moteur de la croissance
- Avec un rythme de croissance incompatible avec les exigences de décarbonation de la filière électricité

(source [Shift Project, 2025])



L'IA comme accélérateur



Source : [Shehabi et al., 2024]



En France maintenant...

Données France, 2024 (ensemble des datacentres) :

- 10 TWh (chiffre RTE)
- $\approx 2\%$ de la consommation électrique totale
- 800 MTeqCO₂ (au facteur d'impact moyen ADEME)
- $\approx 0,3\%$ des émissions nationales

1. <https://www.rte-france.com/bases-electricite/consommation-electricite/essor-data-centers-france>



En France maintenant...

Données France, 2024 (ensemble des datacentres) :

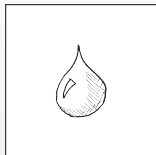
- 10 TWh (chiffre RTE)
- $\approx 2\%$ de la consommation électrique totale
- 800 MTeqCO₂ (au facteur d'impact moyen ADEME)
- $\approx 0,3\%$ des émissions nationales

- Demandes regroupées dans 3 régions essentiellement (IDF, Hauts de France, Marseille), mais l'IA tend à changer la donne
- 4,5 GW d'offres de raccordement par RTE en 2024¹
- au moins autant en cours d'instruction
- NB : 4,5 GW $\approx 10\%$ du pic de consommation d'hier (lundi 27 avril 2026, ≈ 48 GW vers 12h30), $\approx 45 \times$ la puissance électrique de Grenoble

1. <https://www.rte-france.com/bases-electricite/consommation-electricite/essor-data-centers-france>

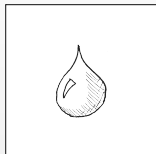


L'eau dans les datacentres





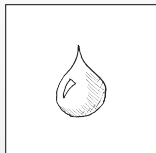
L'eau dans les datacentres



- Evaporative cooling :
 - entre 1L et 9L / kWh
 - 80 % de l'eau « perdue » par évaporation
- entre 300 et 420 millions de m³ consommés dans le monde pour les datacentres
- France (2023) : 681000 m³ (source ARCEP) \approx 13000 Français.es pendant 1 an



L'eau dans les datacentres



- Evaporative cooling :
 - entre 1L et 9L / kWh
 - 80 % de l'eau « perdue » par évaporation
- entre 300 et 420 millions de m³ consommés dans le monde pour les datacentres
- France (2023) : 681000 m³ (source ARCEP) \approx 13000 Français.es pendant 1 an
- Eau en provenance du réseau potable essentiellement
- Des enjeux très différents selon les conditions locales

Le matériel derrière l'IA

La fabrication des équipements



Le matériel derrière l'IA

- Futur centre de données d'OpenAI en Norvège (Stargate Norway) : entre 100 000 et 250 000 cartes GPU prévues²
- Jean Zay : 90000 cœurs CPU, et plus de 3000 cartes GPU³

2. <https://openai.com/fr-FR/index/introducing-stargate-norway/>

3. <http://www.idris.fr/media/jean-zay/orap-2021-12-09.pdf>



Le matériel derrière l'IA

- Futur centre de données d'OpenAI en Norvège (Stargate Norway) : entre 100 000 et 250 000 cartes GPU prévues²
- Jean Zay : 90000 cœurs CPU, et plus de 3000 cartes GPU³

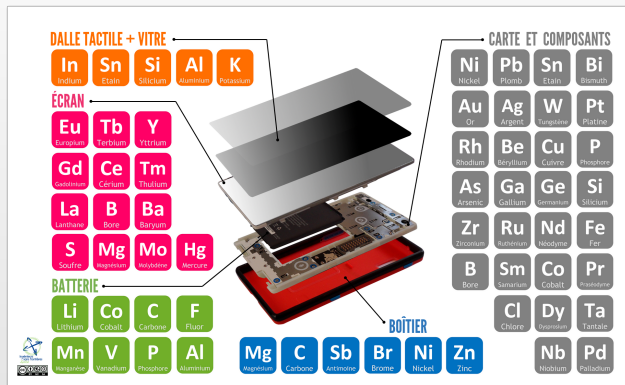
- Des enjeux majeurs d'**extraction** et de **fabrication**

2. <https://openai.com/fr-FR/index/introducing-stargate-norway/>

3. <http://www.idris.fr/media/jean-zay/orap-2021-12-09.pdf>



Les matériaux du numérique (i)



(source [SystExt, 2017])



Les matériaux du numérique (ii)

- La composition des cartes électroniques [SystExt, 2017, Falk et al., 2025]...
 - Il est difficile de trouver une information précise
 - En première approximation : plus d'une trentaine de matériaux différents dans les cartes électroniques
 - La plupart des métaux sont présents en très petite quantité et mélangés
 - Le métal le plus présent est le cuivre (mais en valeur économique, c'est l'or)
- Des processus d'extraction **énergivores**, très gros **consommateurs d'eau** et **extrêmement polluants**
- Ces métaux sont d'un **degré de pureté** qui n'a pas d'équivalent dans les autres secteurs de l'industrie



La fabrication des semi-conducteurs

- Très petit nombre d'acteurs (Samsung / TSMC pour le 7nm)
- Processus d'extrême précision → matériaux ultra-purs
- → utilisation massive de produits chimiques et d'eau



La fabrication des semi-conducteurs

- Très petit nombre d'acteurs (Samsung / TSMC pour le 7nm)
- Processus d'extrême précision → matériaux ultra-purs
- → utilisation massive de produits chimiques et d'eau

Focus sur l'eau :

- TSMC, chiffres 2019 [TSMC, 2019] – 3 sites principaux à Taiwan :
 - Eau prélevée : ≈ 2957000 T par jour
 - Eau consommée : ≈ 150000 T par jour
- Comment l'eau est-elle perdue ? Dans quel état l'eau est-elle rejetée dans l'environnement ?

Conflits d'usage et impacts environnementaux

Les conséquences de l'IA



L'environnement derrière l'IA

- Faire fonctionner des systèmes d'IA → énergie et eau



L'environnement derrière l'IA

- Faire fonctionner des systèmes d'IA → énergie et eau
- Quelles conséquences...



L'environnement derrière l'IA

- Faire fonctionner des systèmes d'IA → énergie et eau
- Quelles conséquences...
 - ...au niveau local ? → des tensions sur les ressources



L'environnement derrière l'IA

- Faire fonctionner des systèmes d'IA → énergie et eau
- Quelles conséquences...
 - ...au niveau local ? → des tensions sur les ressources
 - ...au niveau global ? → des impacts environnementaux



À Marseille...



Google et le Chili

The screenshot shows the top of an AP News article. At the top left is the AP logo. To its right is a navigation menu with categories: WORLD, U.S., POLITICS, SPORTS, ENTERTAINMENT, BUSINESS, SCIENCE, FACT CHECK, ODDITIES, and MORE. Below the menu are several news snippets: Minnesota shooting, Israel Iran, 'No Kings' protests, Diamond Bar, and Power banks recall. The main headline is 'Google says it will rethink its plans for a big data center in Chile over water worries'. Below the headline is a sub-headline: 'U.S. Cloud giant over the Andes Mountains in Santiago, Chile, June 20, 2020. AP Photo/Andrew H. Walcott'. The article is dated 'Updated 8:24 PM UTC-2, September 17, 2024' and has a 'Share' button. The main text of the article is as follows:

SANTIAGO, Chile (AP) — Google on Tuesday said it would halt plans to develop a major \$200 million data center in Chile to address environmental concerns, a decision reflecting growing worries about the impact of power-thirsty projects around the world.

The U.S. technology company first obtained permits in 2020 to construct the vast project in Chile's capital, Santiago, as demand for the server farms skyrocketed across the globe, fueled by a surge in cloud-based technologies and a [craze for generative AI](#).

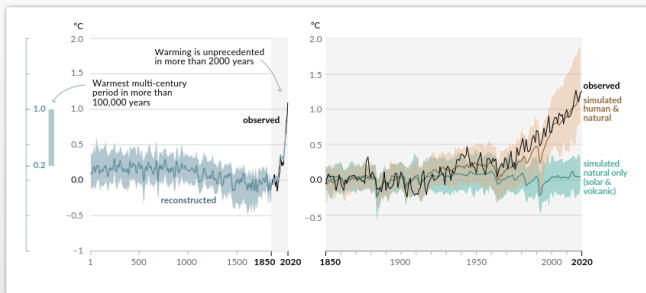
But months after a Chilean court partially reversed the center's authorization over water usage concerns, Google announced Tuesday that it would revise the project to comply with more stringent environmental requirements and change its water-intensive cooling system.

Source : <https://apnews.com/article/>

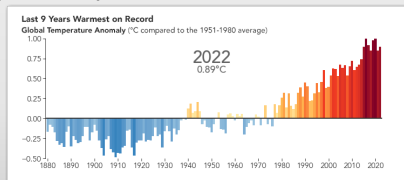
[chile-google-data-center-water-drought-environment-d1c6a7a8e8e6e45257ac84fb750b2162](https://apnews.com/article/chile-google-data-center-water-drought-environment-d1c6a7a8e8e6e45257ac84fb750b2162)



Au niveau global, l'anthropocène



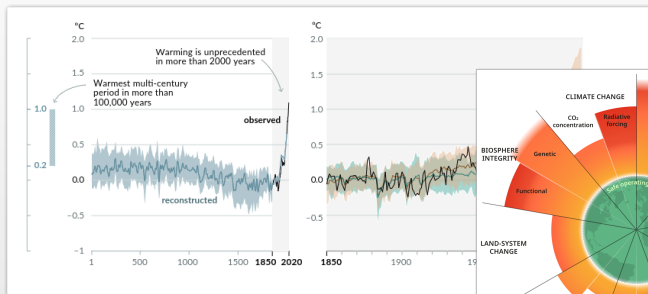
Source : [IPCC WG1, 2021]



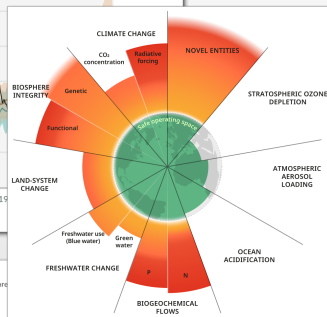
Source : <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>



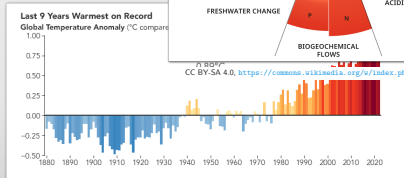
Au niveau global, l'anthropocène



Source : [IPCC WG1, 2021]



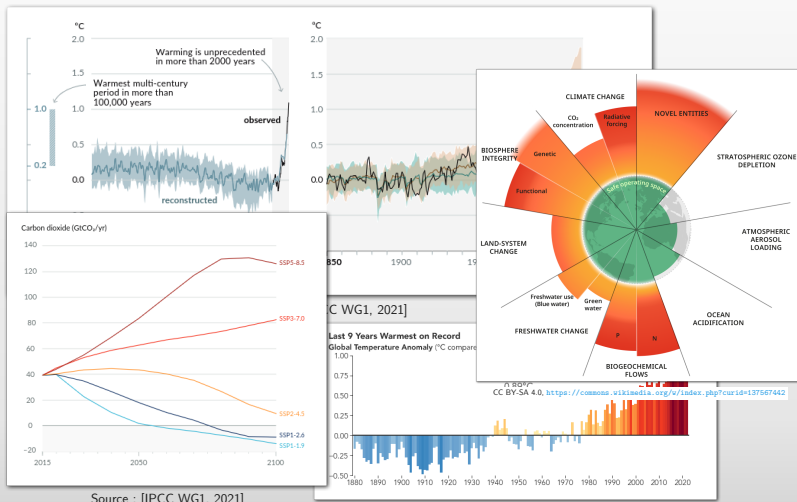
CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=137567442>



Source : <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>



Au niveau global, l'anthropocène

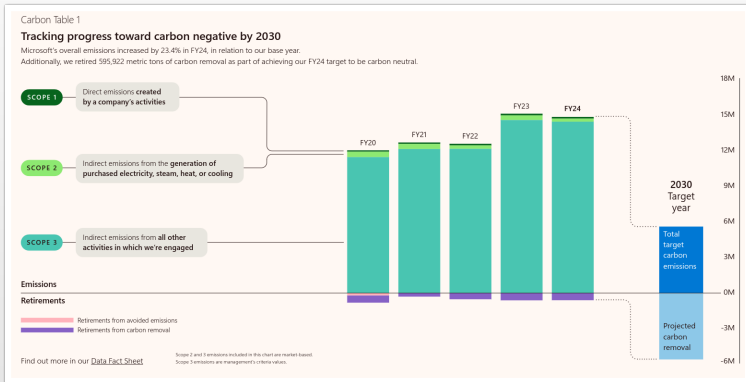


Source : [IPCC WG1, 2021]

Source : <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>



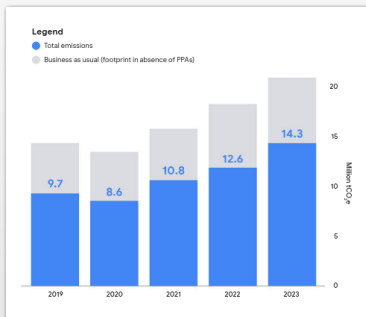
Microsoft



Source : Rapport environnemental Microsoft 2025



Google



Source : Rapport environnemental Google 2024



Pourquoi ces augmentations ?

« [Microsoft] is among those that have set a broad array of climate goals, including targets to become “carbon negative” and achieve “zero waste” by 2030.

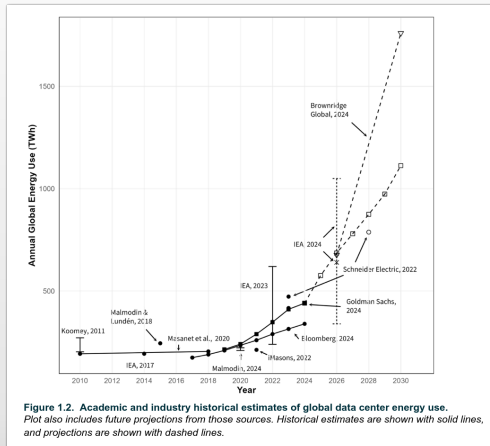
However, those goals have been imperilled by the race to build generative AI, which is power-intensive with large energy and water demands. »

Source : [https:](https://www.ft.com/content/61bd45d9-2c0f-479a-8b24-605d5e72f1ab)

[//www.ft.com/content/61bd45d9-2c0f-479a-8b24-605d5e72f1ab](https://www.ft.com/content/61bd45d9-2c0f-479a-8b24-605d5e72f1ab)



L'IA comme accélérateur



Source : [Shehabi et al., 2024]



IA et limites planétaires

- D'un côté...
 - Des tendances lourdes d'augmentation et d'accélération de consommation dans le numérique
 - Difficile de séparer ce qui relève de l'IA du reste
 - Mais l'observation des tendances et les projections semblent parlantes (cf rapports environnementaux de Microsoft et Google)



IA et limites planétaires

- D'un côté...
 - Des tendances lourdes d'augmentation et d'accélération de consommation dans le numérique
 - Difficile de séparer ce qui relève de l'IA du reste
 - Mais l'observation des tendances et les projections semblent parlantes (cf rapports environnementaux de Microsoft et Google)

- En face...
 - Une crise environnementale systémique, bien documentée, et d'origine essentiellement humaine
 - Une nécessité absolue de diminuer les consommations et les pollutions



IA et limites planétaires

- D'un côté...
 - Des tendances lourdes d'augmentation et d'accélération de consommation dans le numérique
 - Difficile de séparer ce qui relève de l'IA du reste
 - Mais l'observation des tendances et les projections semblent parlantes (cf rapports environnementaux de Microsoft et Google)

- En face...
 - Une crise environnementale systémique, bien documentée, et d'origine essentiellement humaine
 - Une nécessité absolue de diminuer les consommations et les pollutions

Comment concilier ces deux aspects ?



Quelques propositions

- 1 | Une IA alimentée avec des sources d'électricité renouvelables.



Quelques propositions

1 | Une IA alimentée avec des sources d'électricité renouvelables.

Malheureusement les tendances montrent que :

- cela semble pour le moment incompatible avec le rythme de croissance (→ gros investissement dans les énergies fossiles et le nucléaire);
- les grands acteurs du numérique préemptent les sources renouvelables



Quelques propositions

1 | Une IA alimentée avec des sources d'électricité renouvelables.

Malheureusement les tendances montrent que :

- cela semble pour le moment incompatible avec le rythme de croissance (→ gros investissement dans les énergies fossiles et le nucléaire);
- les grands acteurs du numérique préemptent les sources renouvelables

2 | L'IA comme moteur de la décarbonation.



Quelques propositions

1 | Une IA alimentée avec des sources d'électricité renouvelables.

Malheureusement les tendances montrent que :

- cela semble pour le moment incompatible avec le rythme de croissance (→ gros investissement dans les énergies fossiles et le nucléaire);
- les grands acteurs du numérique préemptent les sources renouvelables

2 | L'IA comme moteur de la décarbonation.

Malheureusement :

- aucune étude solide ne montre le potentiel de décarbonation des technologies numériques
- les tendances historiques engagent à être sceptique sur cette hypothèse
- le GIEC est dubitatif [IPCC WG2, 2022, p11]



Quelques propositions

1 | Une IA alimentée avec des sources d'électricité renouvelables.

Malheureusement les tendances montrent que :

- cela semble pour le moment incompatible avec le rythme de croissance (→ gros investissement dans les énergies fossiles et le nucléaire);
- les grands acteurs du numérique préemptent les sources renouvelables

2 | L'IA comme moteur de la décarbonation.

Malheureusement :

- aucune étude solide ne montre le potentiel de décarbonation des technologies numériques
- les tendances historiques engagent à être sceptique sur cette hypothèse
- le GIEC est dubitatif [IPCC WG2, 2022, p11]

3 | Le pari de la technologie pour diminuer nos impacts environnementaux (risqué)

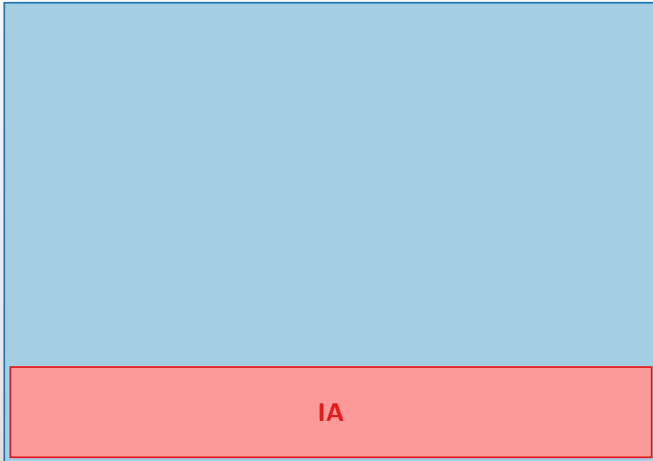


Sinon...



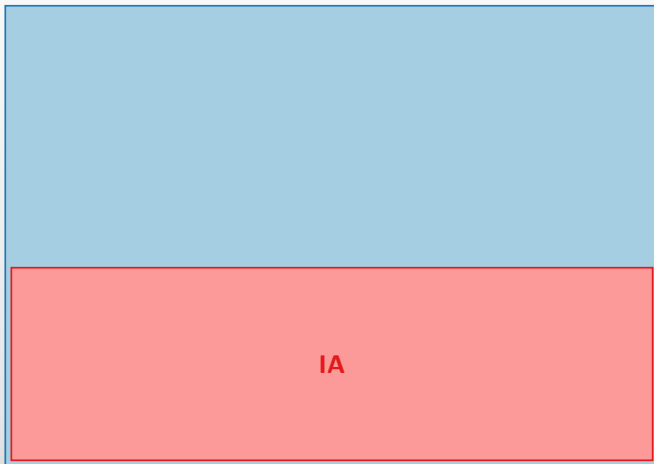


Sinon...



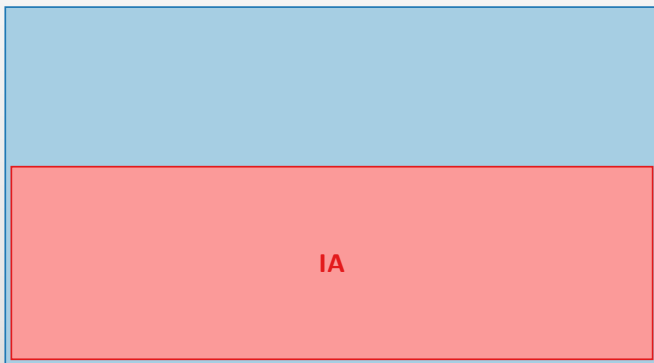


Sinon...





Sinon...





Sinon...

Le reste
(nourriture, santé, transports, éducation...)

IA



Sinon...

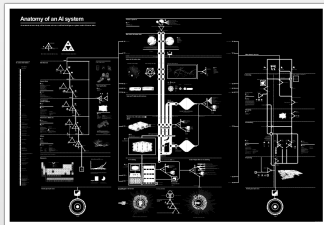
Le reste
(nourriture, santé, transports, éducation...)

IA

Qui décide? Comment ?

Merci de votre attention

IA et enjeux environnementaux – L'insoutenable matérialité de l'IA



Source : K. Crawford, <https://anatomyof.ai>



IA et monde numérique

« Digitalisation can enable emission reductions, but can have adverse side effects unless appropriately governed. (high confidence) »
[IPCC WG2, 2022, p11]



Estimation du coût d'entraînement

Carbon Emissions and Large Neural Network Training

David Patterson^{1,2}, Joseph Gonzalez², Quoc Le¹, Chen Liang¹, Lluís-Miquel Munguia¹,
Daniel Rothchild², David So¹, Maud Texier¹, and Jeff Dean¹
{davidpatterson, qvl, crazydonkey, llunguia, davidso, maud, jeff}@google.com,
{pattrsn, jgonzal, drothchild}@berkeley.edu

Abstract: The computation demand for machine learning (ML) [has grown rapidly](#) recently, which comes with a number of costs. Estimating the energy cost helps measure its environmental impact and finding greener strategies, yet it is [challenging without detailed information](#).

We calculate the energy use and carbon footprint of several recent large models—[T5](#), [Meena](#), [GShard](#), [Switch Transformer](#), and [GPT-3](#)—and refine earlier estimates for the neural architecture search that found [Evolved Transformer](#).

We highlight the following opportunities to improve energy efficiency and CO_2 equivalent emissions (CO_2e):

- Large but sparsely activated DNNs can consume <1/10th the energy of large, dense DNNs without sacrificing accuracy despite using as many or even more parameters.
- Geographic location matters for ML workload scheduling since the fraction of carbon-free energy and resulting CO_2e vary ~5X-10X, even within the same country and the same organization. We are now optimizing where and when large models are trained.
- Specific datacenter infrastructure matters, as Cloud datacenters can be ~1.4-2X more energy efficient than typical datacenters, and the ML-oriented accelerators inside them can be ~2-5X more effective than off-the-shelf systems.

[Patterson et al., 2021]



Estimation du coût d'inférence

v3 [cs.LG] 15 Oct 2024

Power Hungry Processing: ⚡ Watts ⚡ Driving the Cost of AI Deployment?

ALEXANDRA SASHA LUCCIONI and YACINE JERNITE, Hugging Face, Canada/USA
EMMA STRUBELL, Carnegie Mellon University, Allen Institute for AI, USA

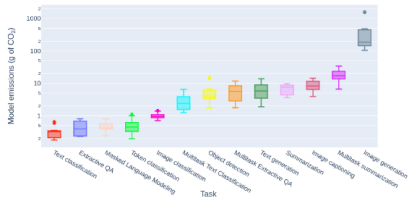


Fig. 1. The tasks examined in our study and the average quantity of carbon emissions they produced (in g of CO₂e) for 1,000 queries. N.B. The y axis is on logarithmic scale.

Recent years have seen a surge in the popularity of commercial AI products based on generative, multi-purpose AI systems promising a unified approach to building machine learning (ML) models into technology. However, this ambition of “generality” comes at a steep cost to the environment, given the amount of energy these systems require and the amount of carbon that they emit. In this work, we propose the first systematic comparison of the ongoing inference cost of various categories of ML systems, covering both task-specific

[Luccioni et al., 2024]

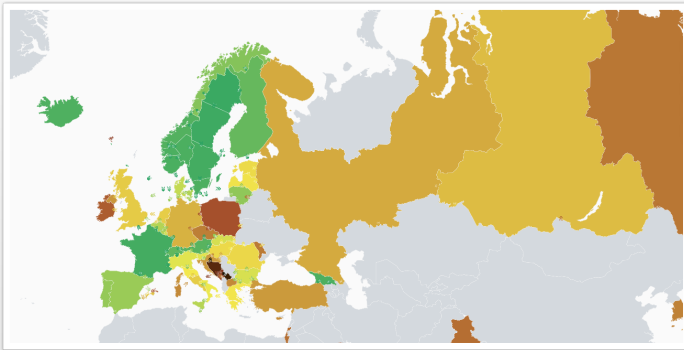


Coût d'inférence

- 1000 requêtes de génération de texte : 0,049 kWh
- 1000 requêtes de génération d'image : 2,9 kWh
- Rem : une requête Google = 0.0003 kWh selon l'AIE



Le mix énergétique



Source <https://app.electricitymaps.com/map> (24 mai 2024)



Des impacts indirects

- Production électrique ($\approx 800000 \text{ m}^3$ en 2024)
- Chaleur fatale \rightarrow îlots de chaleur urbains
- Imperméabilisation / ruissellement...



Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., Hesse, C., Chen, M., Sigler, E., Litwin, M., Gray, S., Chess, B., Clark, J., Berner, C., McCandlish, S., Radford, A., Sutskever, I., and Amodei, D. (2020).

Language models are few-shot learners.

CoRR, abs/2005.14165.



Epoch AI (2026).

Data on AI Models.

Accessed : 28 Apr 2026.



Falk, S., Ekchajzer, D., Pirson, T., Lees-Perasso, E., Wattiez, A., Biber-Freudenberger, L., Luccioni, S., and van Wynsberghe, A. (2025).

More than carbon : Cradle-to-grave environmental impacts of genai training on the nvidia a100 gpu.



International Energy Agency (2022).

World energy mix.



IPCC WG1 (2021).

Climate change 2021 : The physical science basis.

Technical report, IPCC.



IPCC WG2 (2022).

Climate change 2022 : Impacts, adaptation and vulnerability.

Technical report, IPCC.



Luccioni, S., Jernite, Y., and Strubell, E. (2024).

Power hungry processing : Watts driving the cost of ai deployment ?

In *The 2024 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, FAccT '24, page 85–99. ACM.



Patterson, D. A., Gonzalez, J., Le, Q. V., Liang, C., Munguia, L., Rothchild, D., So, D. R., Texier, M., and Dean, J. (2021).

Carbon emissions and large neural network training.
CoRR, abs/2104.10350.



Shehabi, A., Smith, S., Hubbard, A., Newkirk, A., Lei, N., Siddik, M., Holecek, B., Koomey, J., Masanet, E., and Sartor, D. (2024).

2024 united states data center energy usage report.
Technical report, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California.



Shift Project (2025).

Intelligence artificielle, données, calculs : quelles infrastructures dans un monde décarboné?
Technical report, The Shift Project.



SystExt (2017).

Animation en ligne | des métaux dans mon smartphone?



TSMC (2019).

Tsmc corporate social responsibility report.