

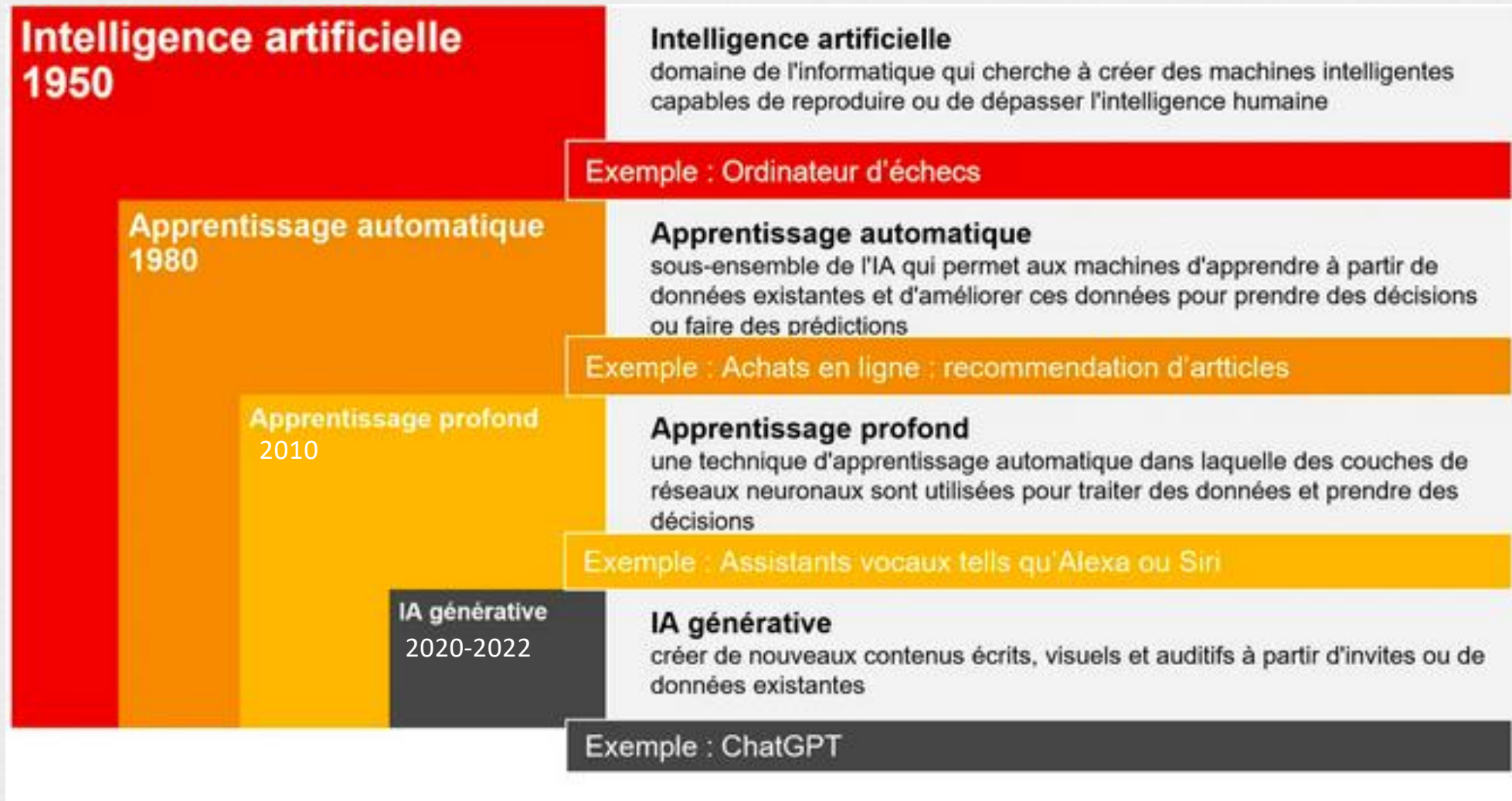


L'Intelligence Artificielle et son Impact Ecologique

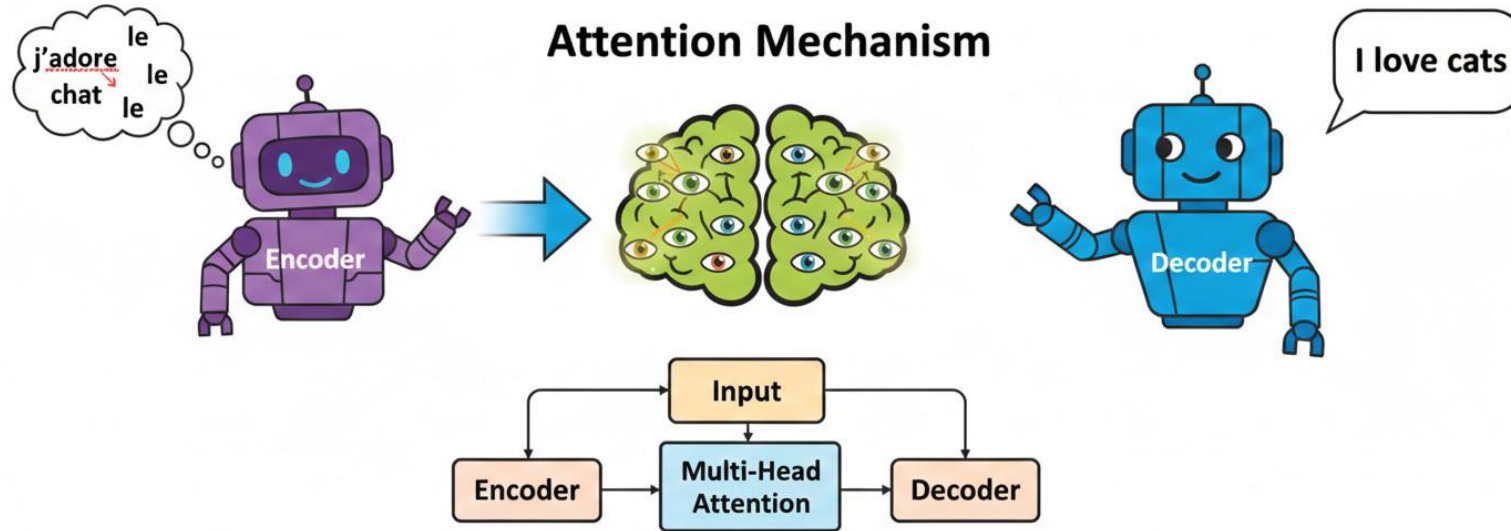
<https://dijilink.fr/conference-ia-impact-ecologique-des-enjeux-caches-a-connaître/>

Michel Paindavoine

L'IA (Intelligence Artificielle) est la capacité d'une machine à exécuter des fonctions cognitives comme le font les humains, telles que percevoir, apprendre, raisonner et résoudre des problèmes.



Transformers in Generative IA



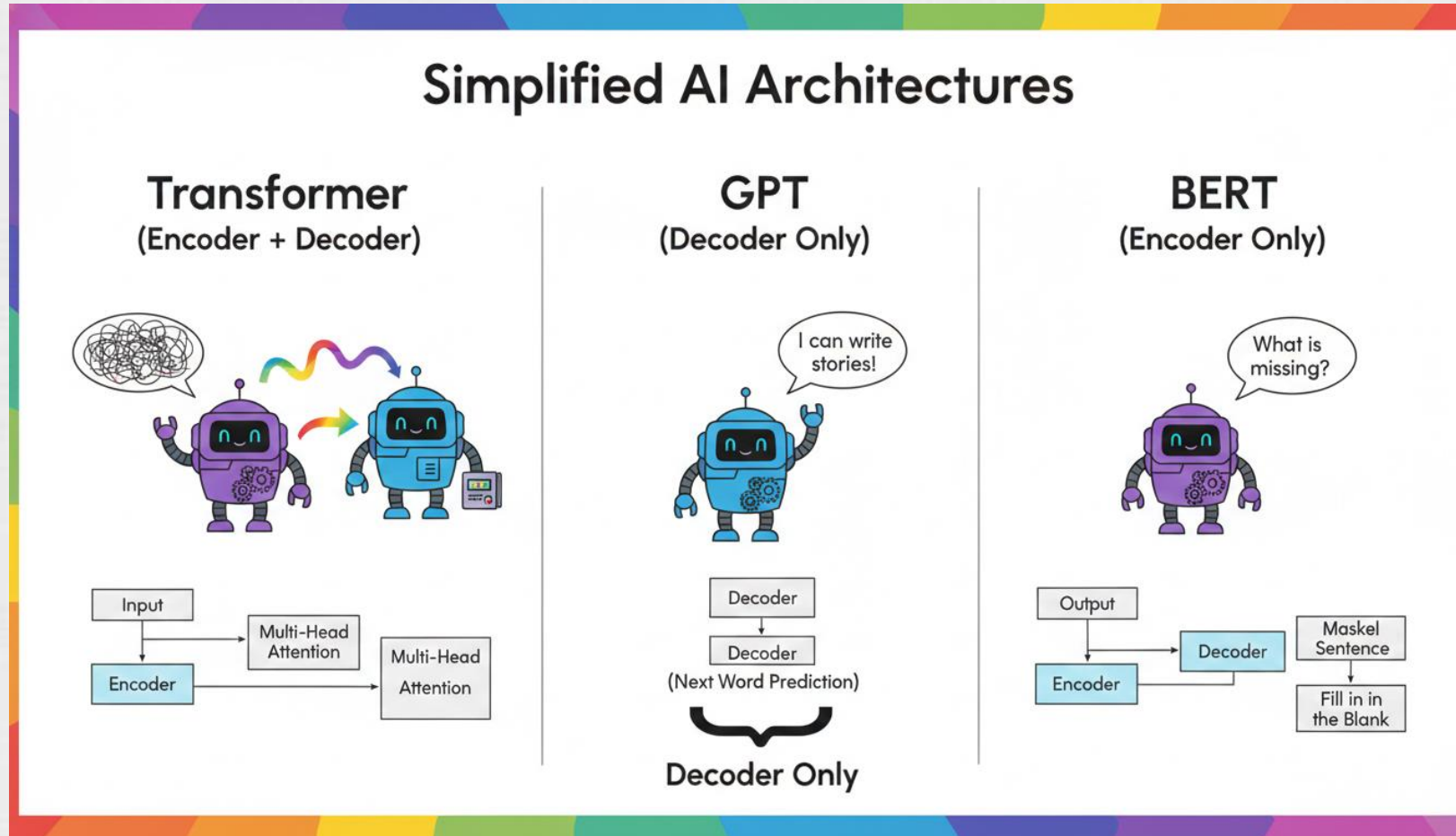
Mécanisme d'Attention:

Au lieu de traiter les mots un par un, le modèle regarde tous les mots de la phrase en même temps. Il détermine quels mots sont les plus importants à prendre en compte pour comprendre un mot précis.

Encodeur : transforme l'entrée (par exemple, une phrase) en une représentation riche et détaillée.

Décodeur : utilise cette représentation pour produire une sortie (par exemple, une phrase traduite).

Large Language Models (LLM)



Large Language Models (LLM): GPT vs BERT

GPT

BERT

Developed by	OpenAI	Google
Released in	GPT-1 (2018), GPT-2 (2019), GPT-3 (2020), etc.	2018
Architecture	Transformer Decoder-only	Transformer Encoder-only
Directionality	Unidirectional (left-to-right)	Bidirectional (looks at left and right context)
Pre-training Objective	Causal language modeling (predict next word)	Masked language modeling (predict missing word)
Main Use Case	Text generation	Text understanding
Common Tasks	Chatbots, content generation, code writing	Sentiment analysis, question answering, text classification

1.Impact écologique de l'IA: Le paradoxe de l'immatériel

L'illusion du Cloud

*Nous percevons l'IA
comme une entité
éthérée,
"dans les nuages"*



1.Impact écologique de l'IA: Le paradoxe de l'immatériel

La réalité matérielle

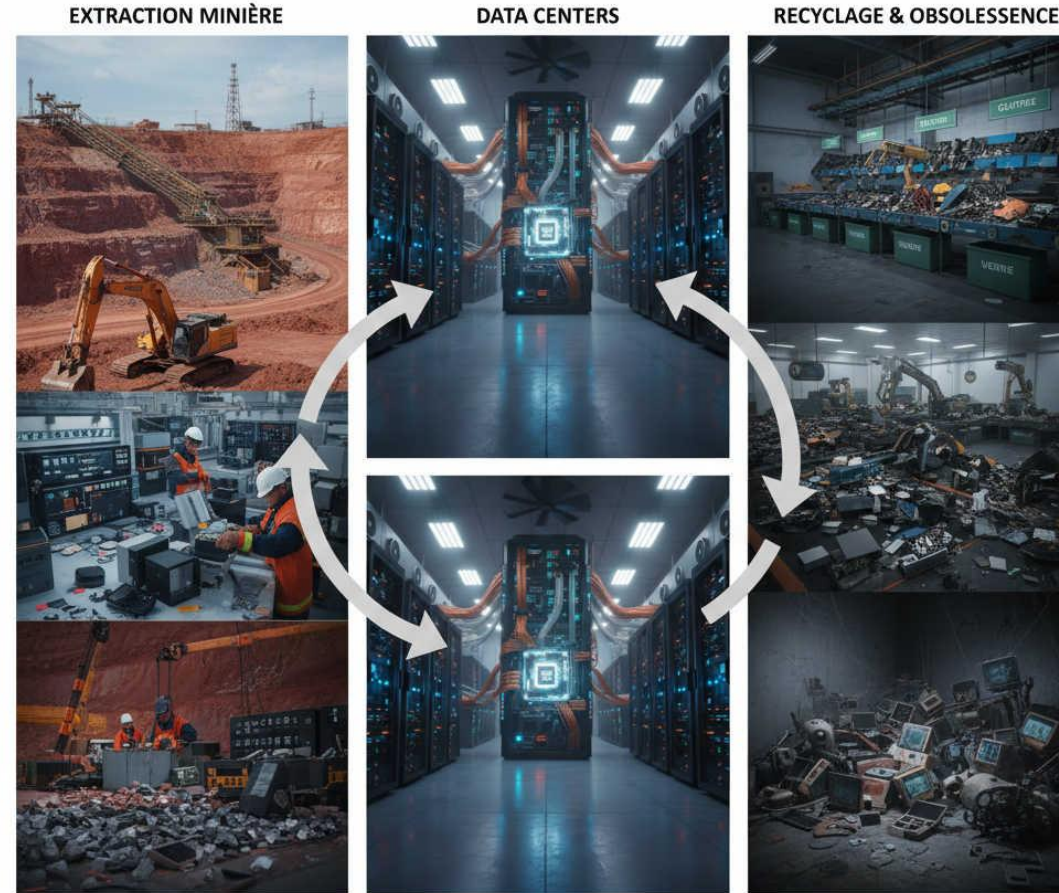
*Une infrastructure massive
faite de silicium, de cuivre,
de verre et d'acier.*



1.Impact écologique de l'IA: Le paradoxe de l'immatériel

Le cycle de vie

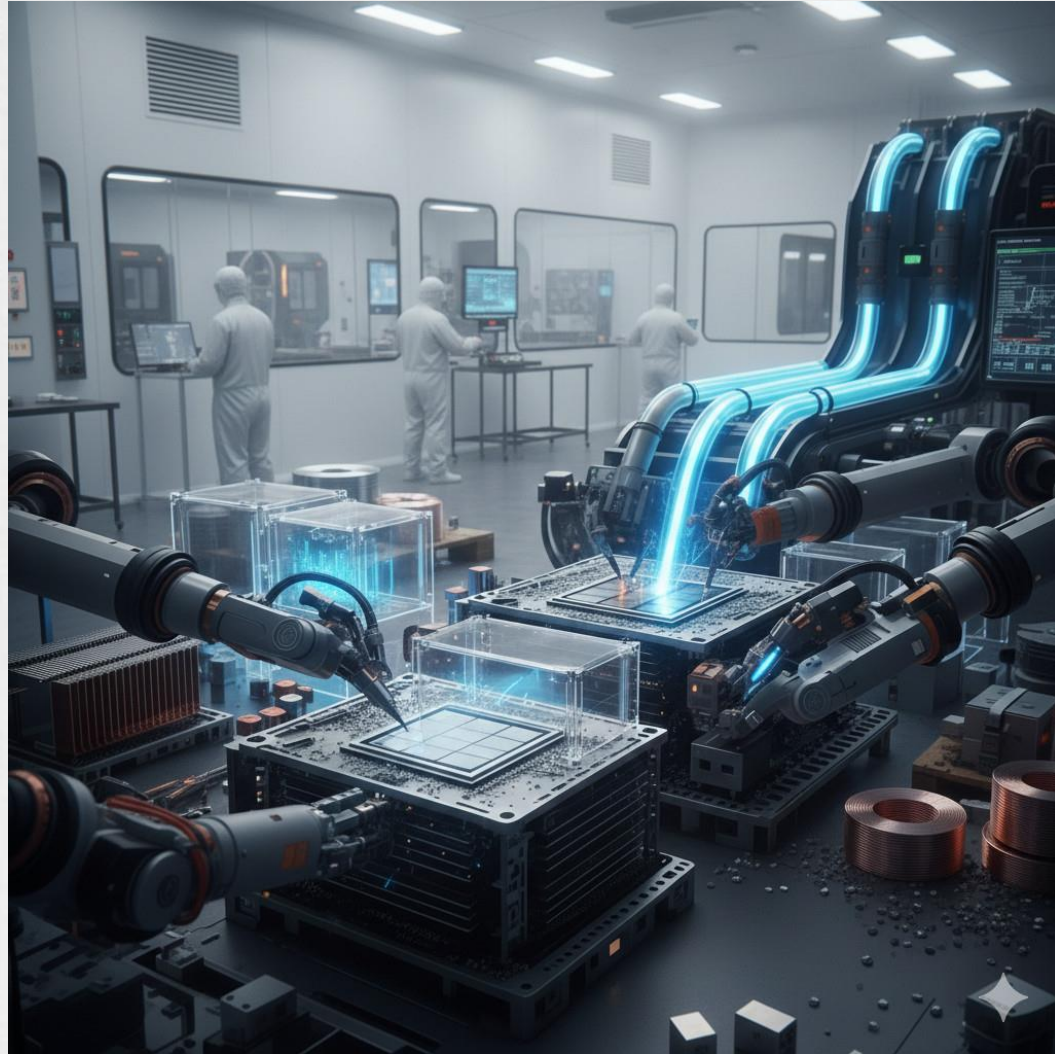
De l'extraction minière en passant par les data centers jusqu'au recyclage (ou l'obsolescence).



2. Les trois piliers de l'impact

a) Fabrication (Hardware)

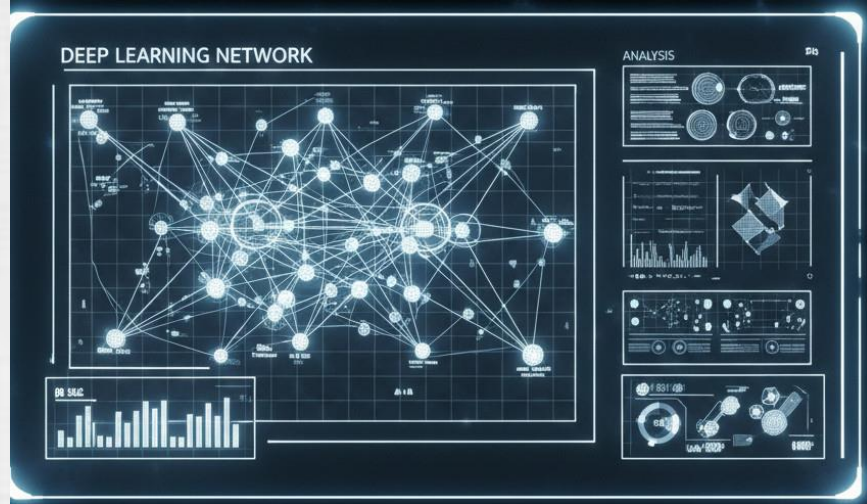
*L'énergie (Eau, Electricité)
et les matériaux (Silicium,
Lithium,...) nécessaires
pour créer les puces
électroniques (GPU,
Mémoires)*



2. Les trois piliers de l'impact

b) Entraînement (Training)

Les mois durant lesquels les serveurs tournent à plein régime pour que le modèle "apprenne"



2. Les trois piliers de l'impact

c) Inférence (Utilisation)

L'énergie consommée à chaque fois que vous demandez une recette ou un code à un chatbot.



3. La consommation énergétique : Les chiffres clés

a) Requête IA vs Google : Une réponse générée par IA consomme environ **10 fois plus d'énergie** qu'une simple recherche par mots-clés.

Comparaison avec Google : Une recherche classique sur Google consomme environ **0,3 Wh**. Une requête à un grand modèle de langage (LLM) comme chatGPT ou Gemini consomme entre **3 Wh et 10 Wh** (soit environ 10 à 30 fois plus).

Équivalence concrète : Demander une recette complexe équivaut environ à laisser une ampoule LED allumée pendant une heure ou à charger votre smartphone à 50%.

3. La consommation énergétique : Les chiffres clés

b) L'appétit des Data Centers

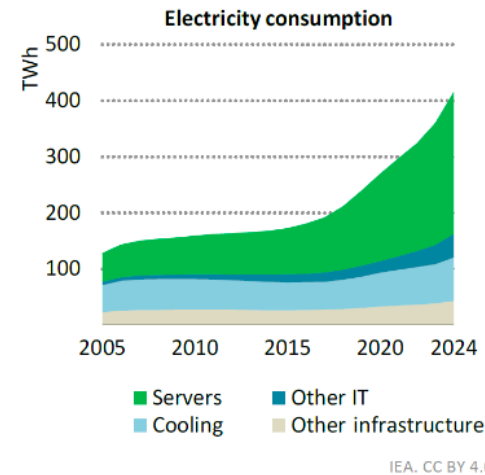
Déjà 1 à 2 % de l'électricité mondiale.
Une part en croissance exponentielle.

>3% à l'horizon 2030

L'analogie GPT-3 :

- Consommation : **1 287 MWh**.
- Équivalent : **120 voitures** de tourisme roulant pendant un an.

À l'échelle mondiale, la consommation d'électricité des centres de données en phase d'usage **n'a pas plafonné**



Consommation mondiale d'électricité (TWh) en phase d'usage. Source : « Energy and AI », IEA, 2025

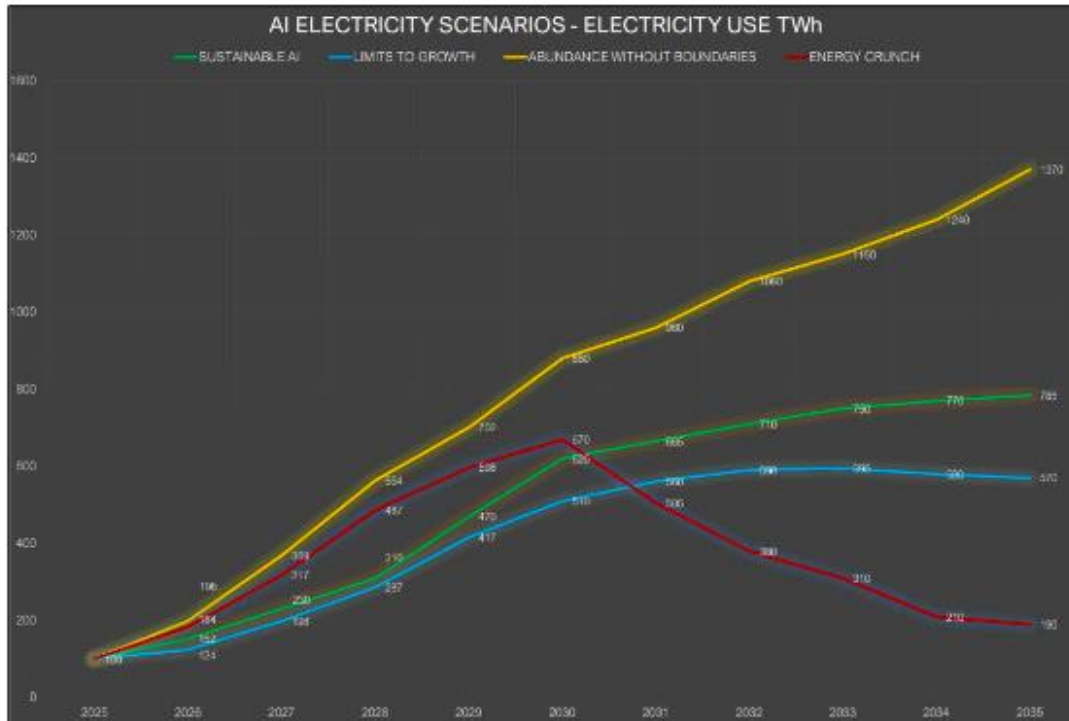
Elle a augmenté :
165 TWh en 2014
à 420 TWh en 2024,
sans même compter les
cryptomonnaies 🪙

Elle s'est même accélérée :
+ 7 %/an
sur 2014-2019
à +13 %/an
sur 2019-2024



La consommation d'électricité en
France : 440 TWh

3. La consommation énergétique : Les chiffres clés



Prévisions de la consommation mondiale d'électricité de l'IA de 2025 à 2035, en TWh
Source : « Artificial Intelligence and Electricity, A System Dynamics Approach »,
Schneider Electric, 2024

En 2030, la consommation électrique imputable directement à l'IA pourrait atteindre entre **620 et 880 TWh**.

Dans le scénario « Abondance sans limite », la « **Trad AI** » ne représente que **6%** de la consommation d'électricité de l'IA en 2030.

La moitié de l'énergie nécessaire à l'IA générative est allouée à l'**entraînement**, l'autre moitié pour l'**inférence**.

<https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/10/Presentation-ppt-PIA.pdf>

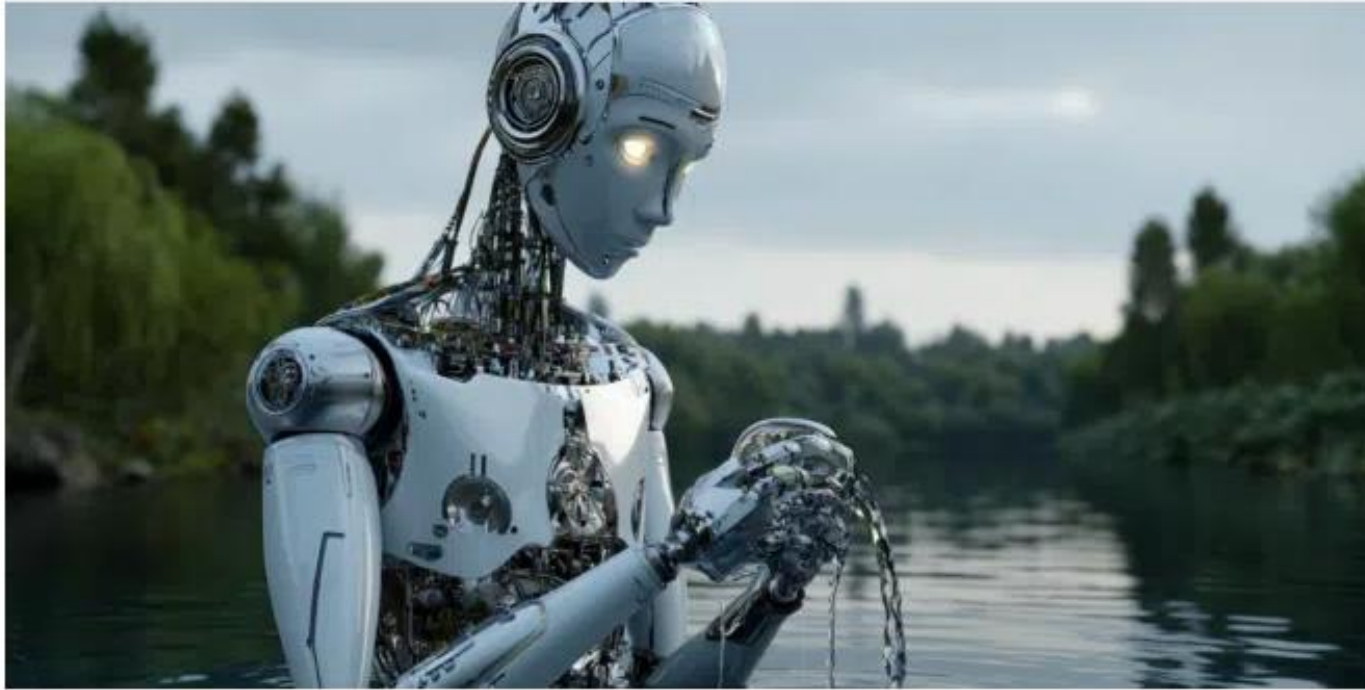
4. La face cachée : L'eau et les ressources

- **Le refroidissement** : Pour éviter la surchauffe, les serveurs "boivent". Microsoft, Google, etc... consomment des milliards de litres d'eau, parfois potable, pour leurs centres de données.

→ 20 à 50 requêtes peuvent représenter environ ½ litre d'eau

Action	Electricité (Wh)	Eau (ml)	CO2e (g)
1 recherche Google	0.3Wh	0.1ml	0.2g
1 requête ChatGPT/Gemini	3 à 9Wh	5 à 10ml	1.5 à 4g
Génération 1 image IA	30 à 50Wh	25ml	10 à 15g
Entraînement GPT4	50GWh	Millions m ³	15 000 tonnes

- **Conséquences** : Destruction de la biodiversité locale et stress hydrique dans les zones arides accueillant des hubs technologiques.



L'IA consomme plus d'eau que toutes les bouteilles bues par les humains en 2025

<https://www.lebigdata.fr/l-ia-consomme-plus-d-eau-que-toutes-les-bouteilles-bues-par-les-humains-en-2025>

5. Le paradoxe de Jevons (L'effet rebond).

Le Concept : L'amélioration de l'efficacité technique d'une ressource augmente paradoxalement sa consommation totale.

Application à l'IA :

Plus nous rendons les modèles petits et rapides, plus nous les intégrons partout (objets connectés, mails inutiles).

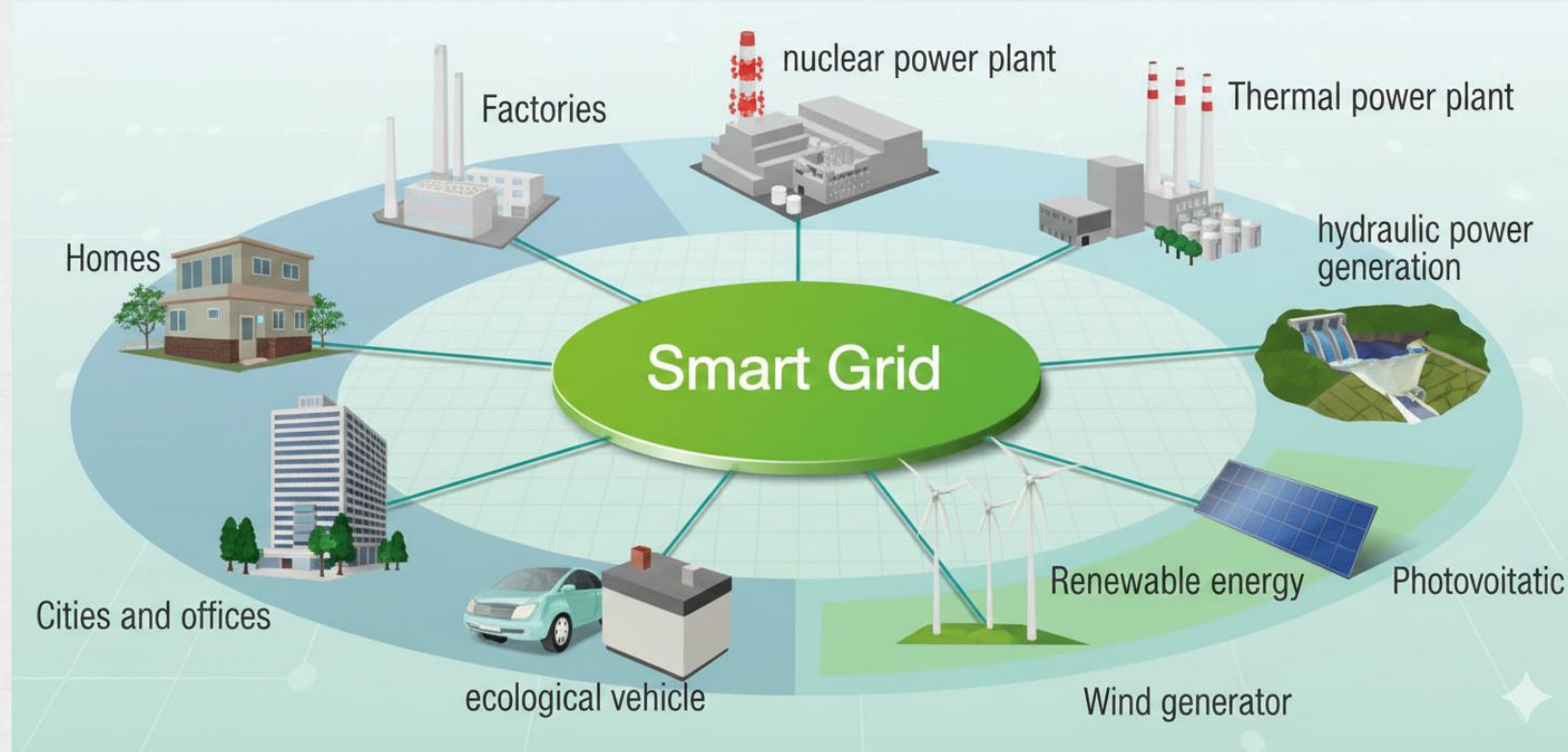


Résultat : Les gains d'efficacité sont "mangés" par l'augmentation massive du volume d'utilisation.

6. L'IA au service de l'écologie ?

L'IA peut être un levier de transition :

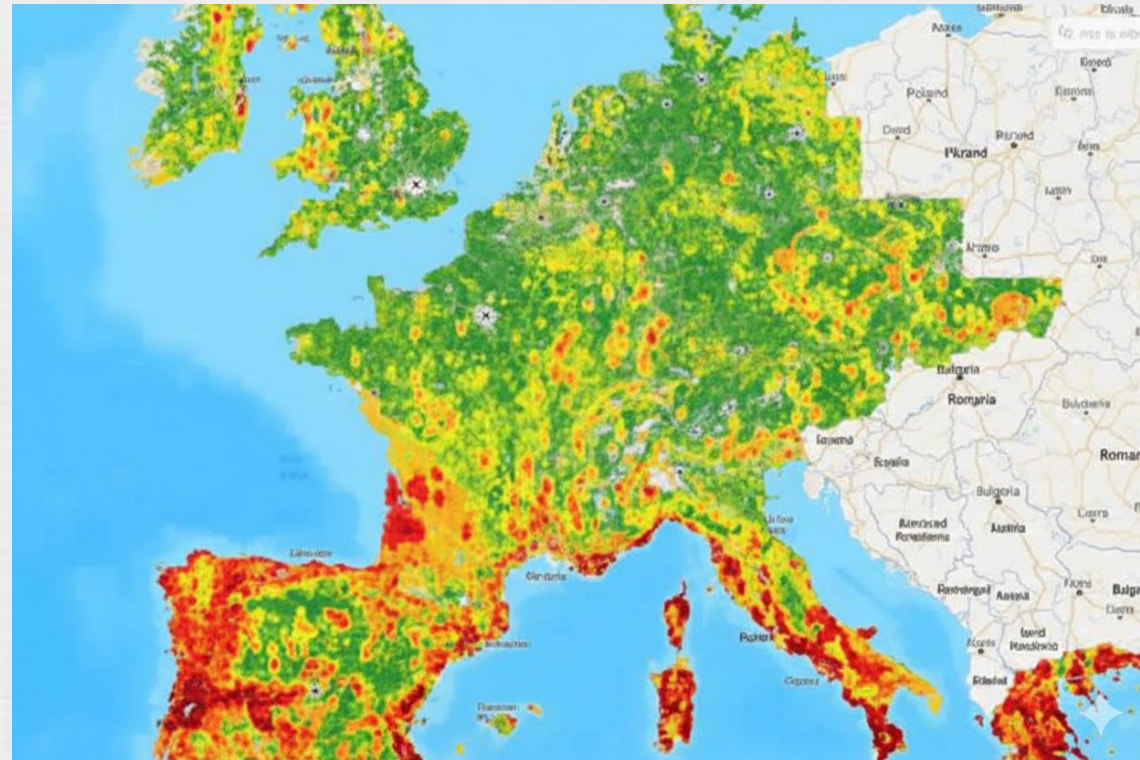
- **Optimisation : Réseaux électriques intelligents (Smart Grids).**



6. L'IA au service de l'écologie ?

L'IA peut être un levier de transition :

- **Prévention** : Prédiction des incendies et des inondations par satellite.



6. L'IA au service de l'écologie ?

L'IA peut être un levier de transition :

- **Agriculture :**
- Réduction des pesticides grâce
- au ciblage précis.



- **La question clé :** Le bénéfice net est-il positif une fois déduit le coût de création de l'IA ?

7. Conclusion et pistes de solutions

- **Sobriété numérique** : Avons-nous vraiment besoin d'un LLM pour corriger une faute d'orthographe ?
 - **Green AI vs Red AI** :
 - *Red AI* : Priorité à la performance brute, peu importe le coût énergétique.
 - *Green AI* : Priorité à l'efficacité algorithmique (Small Language Models).
- ➡ **A l'image de la SLOW FOOD ➡ SLOW AI**
- **Transparence** : Soutenir les réglementations imposant la publication de l'empreinte carbone des modèles.



Merci