

Intelligences artificielles et empreinte environnementale

NDUMCHOP Glory Formbang

12 February 2026

Contents

Introduction	2
Panorama sur le fonctionnement et l’usage des IA.	2
fonctionnement	2
Usage	3
Impacts environnementaux de l’usage des IA	4
Consommation énergétique	4
Consommation en eau	4
Émissions de CO	4
Autres impacts environnementaux	4
Solutions et Voies d’amélioration	5
Conclusion	5
Bibliographie	6

Introduction

La proportion de la population mondiale utilisant des intelligences artificielles (IA) est de 16,3%. En 2025, en France, 4 personnes sur 10 utilisent des IA, l'usage varie fortement en fonction des âges. Partout dans le monde, les intelligences artificielles sont utilisées pour le traitement de données, l'assistance à la prise de décision, la création de contenus ou encore l'optimisation de processus industriels et commerciaux.

Les entreprises technologiques telles que les data centers, sont les plus concernées en termes de pollution générées par les IA. Cependant, cet important usage des IA soulève des questions cruciales sur leurs impacts environnementaux, très souvent sous-estimés. Ce rapport propose d'analyser dans ses grandes lignes, l'usage des IA, leurs empreintes écologiques et des solutions possibles pour un usage responsable.

Panorama sur le fonctionnement et l'usage des IA.

fonctionnement

De manière simple, voici ce qui se passe lors d'une requête d'IA : L'utilisateur accède au service à partir d'un terminal, en envoyant une requête qui est transférée sur les réseaux et gérée par un serveur web. Des serveurs spécialisés (data centers), équipés en GPU (graphics processing unit) ou LPU (language processing unit), sont utilisés pour réaliser une inférence à partir du modèle et du contenu de la requête. (Berthelot, 2024). Les résultats du processus d'inférence sont renvoyés aux utilisateurs par l'intermédiaire des réseaux. Avant d'être proposé aux utilisateurs, le modèle d'IA est entraîné au cours d'une phase spécifique d'entraînement, avec des données d'entraînement, en plus de ses ressources de calcul. La production et le traitement de ces volumineux jeux de données a des coûts environnementaux.

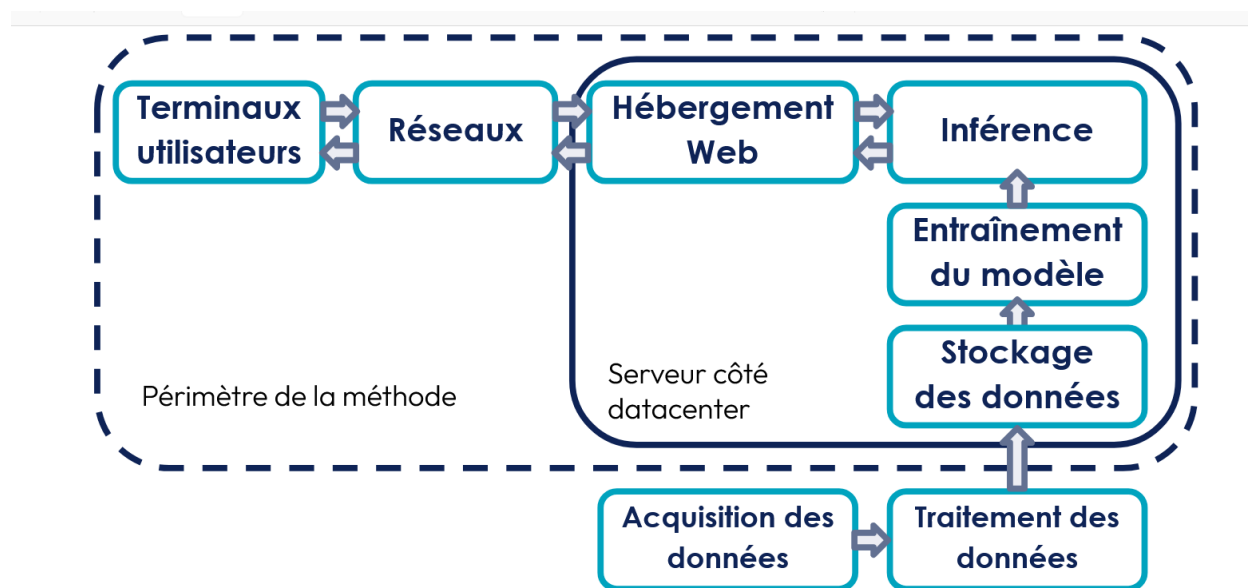


Figure 1: Structure et périmètre considéré d'un service de Gen-AI

-**Un terminal** peut s'agir d'un smartphone, d'un écran et d'un ordinateur de bureau, ou d'un autre équipement TIC utilisé pour réaliser une requête. Les terminaux polluent en produisant des déchets électroniques, mais aussi par le coût de leur fabrication.

-**Serveurs de data centers** : il s'agit d'ordinateurs de très haute performance conçus pour fonctionner en continu 24h/24, au sein d'un centre de données. Ils sont utilisés pour le stockage des données, l'hébergement

d'applications, le traitements des calculs, et pour l'entraînement du modèle. Ces différentes fonctions, induisent des consommations énergétiques à différents niveaux, plus précisément les deux derniers.

-Réseaux : Ce sont des équipements d'accès aux serveurs et data centers. Leur impact dépend du volume total de données transférées nécessaire pour réaliser la requête.

Usage

En France, environ 39% de la population utilise ou a déjà utilisé des IA. Photo

Taux d'utilisation de l'IA générative par tranche d'âge

L'adoption des IA génératives est inversement proportionnelle à l'âge. Les 18-24 ans sont de loin les plus fervents utilisateurs d'IA : 74% d'entre eux les ont adoptées, soit 19 points de plus que leurs aînés âgés de 25 à 34 ans (55%). Un chiffre qui continue de décroître jusqu'à atteindre 17% parmi les 60-75 ans.

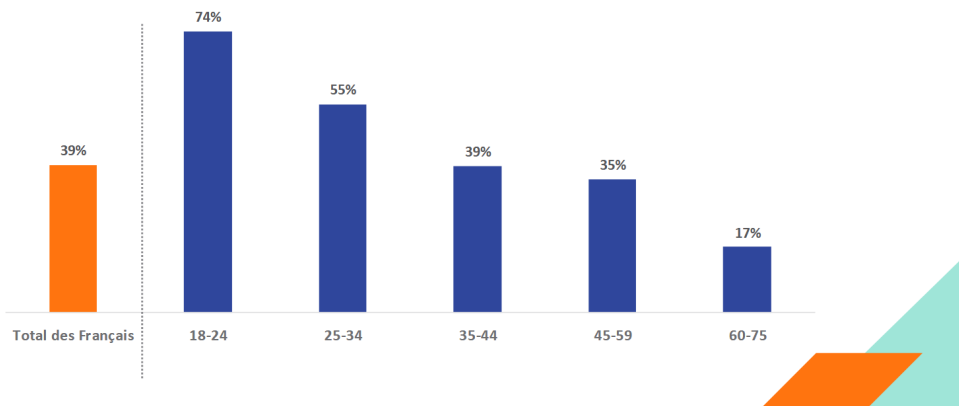


Figure 2: Taux d'utilisation de l'IA générative par tranche d'âge en France

voici par ordre décroissants la liste des intelligences artificielles génératives les plus utilisées en France.

Parmi les IA génératives suivantes, lesquelles avez-vous l'habitude d'utiliser ?

Plusieurs réponses possibles

ChatGPT d'OpenAI est de loin l'IA générative la plus utilisée par les Français ayant recours à ces outils. Gemini de Google, embarqué dans un nombre croissant d'appareils, arrive en seconde position. Copilot de Microsoft complète le Top 3. Le modèle Français Mistral AI est utilisé par 6%.

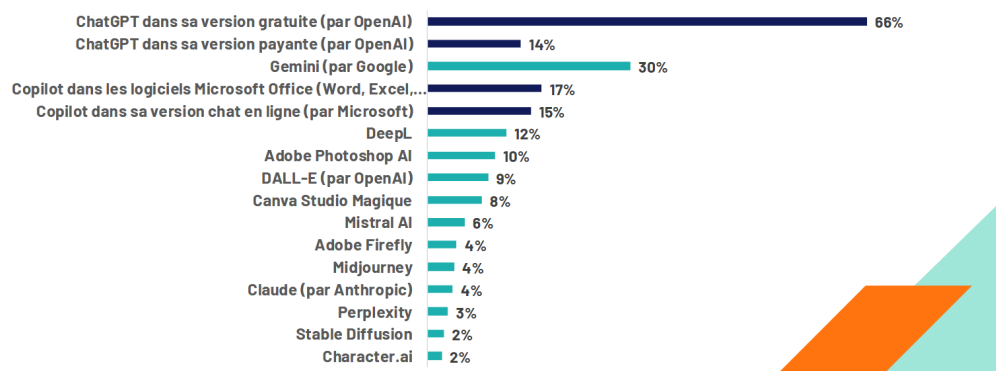


Figure 3: Les IA génératives les plus utilisées en France

Impacts environnementaux de l'usage des IA

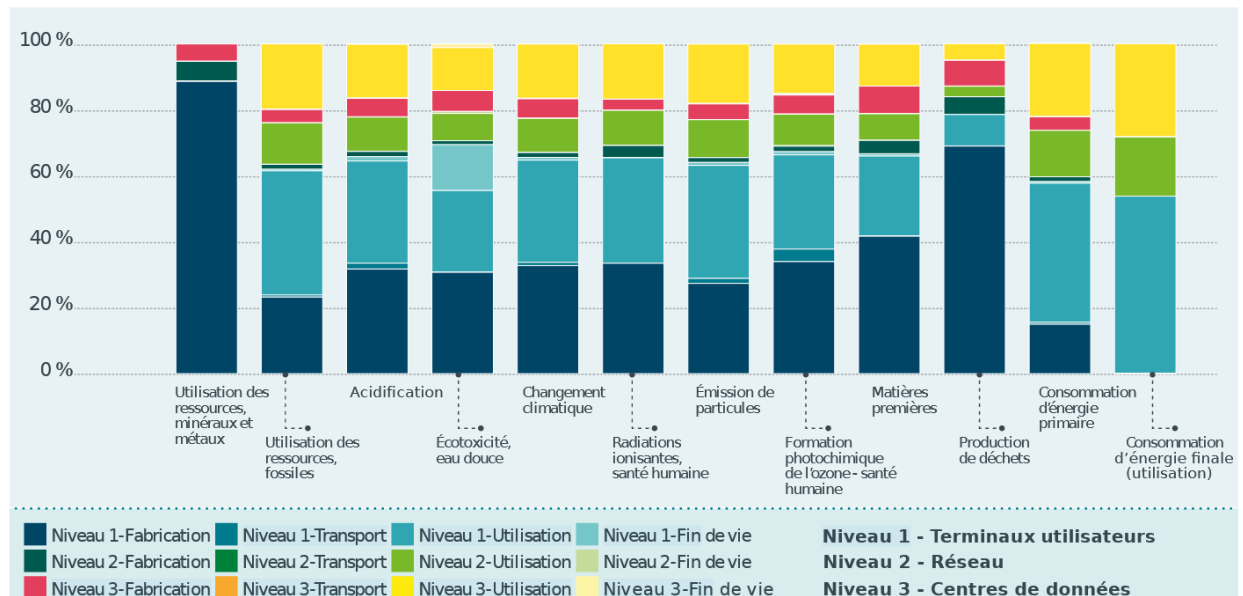


Figure 4: impact

Consommation énergétique

La croissance des coûts du machine learning a fait émerger l'IA comme un enjeu de soutenabilité à part entière au sein du numérique en 2019. Ces premières études se concentrent sur la consommation d'électricité pendant la phase d'entraînement de l'IA ainsi que sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) associées à cette consommation. (Berthelot, 2024).

Consommation en eau

L'impact environnemental des IA ne se limite pas à la consommation énergétique, il inclut également une utilisation importante de l'eau. Des chercheurs de l'Université de Californie ont démontré en 2023 que l'entraînement de GPT-3 dans les centres de données de Microsoft aux États-Unis a conduit à la consommation de près de 700 000 litres d'eau douce et potable. Leur étude montre également que l'IA pourrait être responsable de 4,2 à 6,6 milliards de mètres cubes de prélèvement d'eau en 2027, soit une consommation annuelle d'eau équivalente à quatre ou six fois celle du Danemark, ou la moitié du Royaume-Uni. [Le Goff, 2023].

Émissions de CO

....

Autres impacts environnementaux

Déchets électroniques, exploitation des ressources pour le matériel informatique.

Table 1: Estimate of GPT-3's average operational water consumption footprint. "*" denotes data centers under construction as of July 2023, and the PUE and WUE values for these data centers are based on Microsoft's projection.

Location	PUE	WUE (L/kWh)	Electricity Water Intensity (L/kWh)	Water for Training (million L.)			Water for Each Inference (mL)			# of Inferences for 500ml Water
				On-site Water	Off-site Water	Total Water	On-site Water	Off-site Water	Total Water	
U.S. Average	1.170	0.550	3.142	0.708	4.731	5.439	2.200	14.704	16.904	29.6
Wyoming	1.125	0.230	2.574	0.296	3.727	4.023	0.920	11.583	12.503	40.0
Iowa	1.160	0.190	3.104	0.245	4.634	4.879	0.760	14.403	15.163	33.0
Arizona	1.223	2.240	4.959	2.883	7.805	10.688	8.960	24.259	33.219	15.1
Washington	1.156	1.090	9.501	1.403	14.136	15.539	4.360	43.934	48.294	10.4
Virginia	1.144	0.170	2.385	0.219	3.511	3.730	0.680	10.913	11.593	43.1
Texas	1.307	1.820	1.287	2.342	2.165	4.507	7.280	6.729	14.009	35.7
Singapore	1.358	2.060	1.199	2.651	2.096	4.747	8.240	6.513	14.753	33.9
Ireland	1.197	0.030	1.476	0.039	2.274	2.313	0.120	7.069	7.189	69.6
Netherlands	1.158	0.080	3.445	0.103	5.134	5.237	0.320	15.956	16.276	30.7
Sweden	1.172	0.160	6.019	0.206	9.079	9.284	0.640	28.216	28.856	17.3

P. Li, J. Yang, M.A. Islam, S. Ren, "Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models", *arxiv*, October 2023, <https://arxiv.org/abs/2304.03271>.

Figure 5: Conso eau générée par les IA...

Solutions et Voies d'amélioration

Pour aller vers des IA plus respectueuses de l'environnement, plusieurs solutions sont possibles. Tout d'abord, il faut mettre en place un programme d'analyse du Cycle de Vie (ACV) pour les projets IA, afin de mesurer les impacts sur le climat, l'eau, les ressources, et la pollution. Dans de nombreuses publications scientifiques, l'analyse de cycle de vie (ACV) est présentée comme une méthode d'évaluation des impacts environnementaux basée sur les normes ISO 14040 et 14044, complétée par certains standards sectoriels. (Berthelot, 2024). Faire cette analyse, permettrait d'anticiper d'éventuels risques environnementaux importants afin de les résoudre en amont, ou revisiter les projets.

Il faut également, privilégier des data centers alimentés par des énergies renouvelables. adapter le choix des modèles d'IA en fonction des usages afin d'éviter la surcapacité pourrait aussi être une solution efficace. Car ainsi, on aurait moins de maintenance (refroidissement) à faire derrière.

Toujours dans cette logique, il faudrait limiter les requêtes, éviter les calculs simples, favorisera l'efficacité logicielle et diminuera la demande énergétique qu'elle requiert. La durée de vie des équipements est l'un des prochains grands enjeux tant ces derniers sont courts et leur allongement permettrait de faciliter le recyclage des composants et réduire les déchets électroniques.

Et enfin, favoriser le reporting environnemental, c'est-à-dire donner accès publiquement aux données d'énergie, d'eau, de ressources pourraient aider dans cette démarche.

Conclusion

Malgré ces défis, l'IA peut accompagner la transition écologique. Utilisée correctement, elle peut améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments, optimiser les chaînes logistiques, prévoir les pics de consommation, ajuster l'usage d'énergie en temps réel, et ainsi réduire les déchets, y compris numériques. Par exemple, des outils d'analyse prédictive peuvent aider les entreprises à anticiper les besoins en énergie, et ainsi réduire la consommation. L'IA peut aussi permettre une meilleure gestion des ressources naturelles (eau, matières premières, transport, déchets) et donc contribuer à la réduction des émissions de CO2.

Bibliographie

ma biblio ne se génère pas automatiquement.