



HACKATHON #9

15 Novembre 2024

Intelligence Artificielle :

Quels enjeux économiques ?

Quelles tensions énergétiques ?

Quels impacts environnementaux ?

Avec la participation de :

Alexis BONNERAT - Adeline AGUT - Alexandre D'ORGEVAL
Esteban ARAUJO-LELEU - Loïc SAUVAGE - Alice DRAHON
Elise MARTIN - Mathieu TOUCHARD - Arié TIBI

boavizta.org



Intelligence Artificielle : quelle croissance attendue ? Pour quels impacts environnementaux ?

L'empreinte environnementale de l'IA est encore difficilement estimable. Data For Good indique qu'elle pourrait doubler les émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur du numérique. Microsoft annonce ne pas tenir ses objectifs de réduction des émissions de GES, notamment suite à ses investissements dans IA. L'International Energy Agency indique que la consommation électrique des data centers pourrait doubler entre 2022 et 2026, tirée par les usages du cloud et de l'IA...

Un numérique croissant à l'impact invisible au quotidien. A l'heure où les usages de l'IA se multiplient, où la réglementation environnementale se renforce, et où la matérialité énergétique de nos usages numériques freine certains investissements, nous souhaitons dans cette session croiser plusieurs infos macroscopiques.

Objectif du Hackathon

Exploiter différentes ressources pour en extraire les chiffres clés selon 3 dimensions :

Économique : quelles sont les tendances en matière de croissance de l'IA ?

Énergétique : quelle est la croissance (et les limites ?) de la demande énergétique mondiale liée à l'IA ?

Environnementale : quelles émissions de GES des GAFAM sont imputables au développement de l'IA ? Quels en sont les autres impacts environnementaux ?

L'exercice du Hackathon se prêtant à une limite physique de temps / participants, ce document peut contenir des erreurs. Toutes les sources exploitées sont donc listées pour permettre au lecteur de s'y référer.

Les enjeux économiques de l'IA

Les gains de productivité attendus

Un nombre de data centers
croissant

Une limite hardware pour entraîner
des modèles d'IA générative ?

IA générative vs Google Search

IA for good

Trump & investissements dans l'IA

Productivité et IA : l'exemple du Crédit Mutuel Boavizta

900 000 heures

libérées grâce à l'IA en 2023

(35% des 2,57 millions d'heures libérées grâce à la technologie)

équivalent à +/- 500 ETP

sur 77 000 salariés (0,7% de l'effectif) - base 35h

Cas d'usages de l'IA au Crédit Mutuel

39,7 Millions d'emails clients pré-analysés par IA

19,5 Millions de recommandations personnalisées à l'aide d'assistants virtuels

75 Millions de documents clients analysés, sécurisés et intégrés par l'IA

7378 data centers worldwide, and counting...



Les limites hardware à l'entraînement de l'IA

En 2027

les plus gros modèles d'IA pourraient atteindre 10^{28} FLOPS

(ChatGPT4 = 10^{26} FLOPS)

L'architecture des GPU A100 et H100 actuelle sera un goulet d'étranglement pour entraîner ces modèles à cause de la latence GPU

Il faudra multiplier (par combien ?) les capacités hardware actuelles pour entraîner ces nouveaux modèles

10^{31} FLOPS

Barrière absolue pour être capable d'entraîner des modèles IA sur les GPU actuels (A100 et H100)

Atteinte d'ici 7 ans

La fin de Google Search ?

84,9 milliards de visites
Google en octobre 2024 dans le
monde

qui génèrent 173 milliards de
dollars par an, soit 57% du CA
Google en 2024

133 millions de visites
ChatGPT par mois en octobre
2024 dans le monde

Les utilisateurs passent en moyenne
~10min sur Google, vs ~1min sur ChatGPT

Combien de recherches Google seraient
remplacées par un seul prompt ChatGPT ?
Combien de visites de site seraient
"évitées" ?

L'usage de ChatGPT pour rechercher une
information va-t-il devenir la norme ?
Faut-il s'attendre à multiplier les requêtes
ChatGPT par 100 ?

Shein : IA for Good ?

-90%

de stock par rapport aux concurrents grâce aux prédictions des tendances par machine learning

x2

le ratio de l'augmentation des émissions carbone de Shein par rapport à l'augmentation de ses revenus
(ex : H&M réduit de 22% en 3 ans)

Au delà de l'optimisation du stock, les émissions carbone de Shein correspondent principalement à son scope 3 :

38% pour le transport des produits de ses installations aux clients

61% pour les achats pour sa chaîne de production et les services de données

78%

des entreprises remontent une incapacité à obtenir un support suffisant à l'utilisation de l'IA - ou des solutions IA - pour adresser la stratégie climat de l'entreprise

Investissements dans l'IA à l'ère Trump

xAI a réalisé en mai 2024 une levée de fonds de **6 milliards de dollars** sur une valorisation de 18 milliards (source : [Courrier International](#)) et serait en discussion pour réaliser sa prochaine levée de fonds sur une valorisation de 40 milliards de dollars (source : [WSJ](#)).

OpenAI a de son côté levé **6,6 milliards de dollars** en octobre 2024 (ce qui la valorise à 157 milliards) auprès notamment de Thrive Capital, lead investor ayant injecté 1,3 milliards dans la levée (source : [NY Times](#)). Thrive Capital est dirigé par **Josh Kushner**, frère du gendre de Donald Trump, Jared Kushner.

Les enjeux énergétiques de l'IA

Ce que dit Goldman Sachs

Les GAFAM investissent dans l'énergie

La consommation des datacenters

Une réglementation qui se durcit

L'énergie, goulet d'étranglement de l'IA

IA Gen vs Requête web

+160 %

augmentation de la demande en électricité pour les data centers d'ici 2030

(Worldwide - par rapport à 2022)

x 2

augmentation des émissions de carbone des data centers d'ici 2030

19 %

des workloads des data centers seront liés à l'IA en 2030

De nouvelles contraintes sur le réseau électrique

USA en 2030:

- 8% de la consommation électrique viendrait des data centers, contre 3% aujourd'hui
- \$50Mds doivent être investis d'ici 2030 pour générer l'électricité additionnelle nécessaire

Europe en 2030:

- Consommation des data centers = Pays-Bas + Grèce + Portugal
- Infrastructure électrique la plus vieille au monde (50 ans) : plus de €800Mds à investir pour remettre à niveau le réseau

Les nouveaux investissements énergétiques des GAFAM

850 MW

de puissance énergétique fournie en 2028 par le réacteur nucléaire racheté par Microsoft, soit l'équivalent de la consommation de 800 000 foyers américains

Si la production d'énergie consommée par Google en 2019 avait été **100% décarbonée** (ex : solaire), elle aurait quand même émis

530 000 tCO₂e

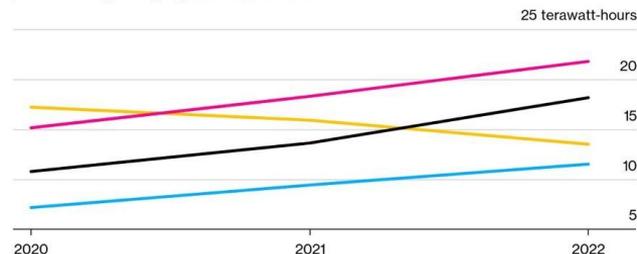
de GES (soit les émissions des Seychelles en 2016), du fait notamment des infrastructures nécessaires

En 2022, la consommation d'électricité de plusieurs GAFAM était **supérieure à celle de la Slovénie**

Power Hungry AI

Tech giants' electricity consumption is growing rapidly and rivaling that of small European countries

Microsoft Google Meta Slovenia



Sources: Company reports, Statistical Review of World Energy

Bloomberg

Carbone 4 : [Analyse de l'empreinte carbone du cloud](#)

Bloomberg 2024 : [Microsoft's ai investment imperils climate goal as emissions jump 30%](#)

Le monde 2024 : [Les géants du numérique se convertissent au nucléaire](#)

Evolution de la consommation électrique des data centers

- 2022 : **350 TWh** (équivalent de la consommation de l'Arabie Saoudite ou de 1,3% de la consommation mondiale d'électricité)
- Projection 2030 : **970 TWh** (x2,7)
- Projection 2035 : **1975 TWh** (x5,6) en 10 ans
- Projection 2050 : **3550 TWh** (x10)

Plus de **75%** des émissions de carbone des data centers sur l'intégralité de leur cycle de vie provient de l'électricité utilisée en phase d'utilisation.

Réglementations environnementales clés en vigueur

PUE:

- Allemagne : les data centers déployés à partir de 2026 doivent atteindre un niveau de PUE < 1.2
- Chine : data centers nouveaux / rénovés doivent avoir un PUE de 1.5, et 1.2 pour les déploiements à large échelle

Electricité

- Les data centers en Allemagne doivent fournir 50% de leur électricité avec du renouvelable, et 100% d'ici 2027

Par ailleurs, les data centers doivent faire face à de nouvelles contraintes externes :

- Irlande : 2022 – EirGrid a suspendu le développement de 30 data centers
- Singapour : 2019 – Moratoire de 4 ans
- Pays-Bas : 2022 – Moratoire de 9 mois sur les nouveaux permis pour les data centers hyperscale

Source : [Powering artificial intelligence](#), Deloitte, Novembre 2024

Balancing the trade-off between data center development and its environmental impacts: A comparative analysis of Data Center Policymaking in Singapore, Netherlands, Ireland, Germany, USA, and the UK, Soares et al. 2024

L'énergie, goulet d'étranglement de l'IA

Les politiques publiques ont limité la puissance fournie au DC Amazon de Susquehanna à

1/3 de celle exploitable par le data center

(300MW au lieu de 960 MW)

La demande d'augmentation en énergie aurait amené le data center à consommer

38% de la puissance potentielle de la centrale nucléaire attenante

(la 6e du pays : potentiel de 2 475 MW)

Des arbitrages de politiques publiques commencent à limiter les capacités des data centers construits.

La consommation d'énergie d'une requête
chat GPT est estimée à

x6 à x10

celle d'une recherche traditionnelle web

Les impacts environnementaux de l'IA

De l'eau pour l'IA ?

Les objectifs environnementaux de Microsoft déraillent avec l'IA

IA et déchets électroniques

xAI un colosse qui consomme

Construction des datacenters, le poids du béton

De l'eau pour l'IA ?

700 000 L

**d'eau fraîche évaporée
uniquement pour l'entraînement
de chat GPT-3**

4.2 – 6.6 Mds de M³

**d'eau seront à prélever pour la
demande de l'ensemble de l'IA
en 2027**

**(soit l'équivalent de l'eau prélevée
par le Danemark)**

Stress hydrique et data centers

En plein sécheresse en 2022, les datacenters de Microsoft consomment 4 fois plus d'eau que prévu

Meta veut implanter un datacenter en Espagne (2023), dans une zone soumise à stress hydrique

L'IA fait dérailler les objectifs environnementaux de Microsoft

+30%

d'émissions de GES en 2023 par rapport à 2020

(et +21% par rapport à 2022 – accroissement équivalent à celle de sa consommation d'eau)

2030

était l'objectif de Microsoft pour atteindre la neutralité carbone, avant l'IA

Ce bilan dégradé ne tient **pas** compte des finalités d'utilisation de l'IA Microsoft chez ses clients.

Après Microsoft, Google voit ses émissions de CO2 bondir à cause de l'IA

Le Financial Times met en lumière en août 2024 la campagne de lobbying des géants de la tech pour revoir les règles de calcul du GHG Protocol

IA et Déchets électroniques

Une nette augmentation entre 2020 et 2023 des DEEE.

Période durant laquelle les IA génératives ont commencés à émerger

En 2023,

L'IA générative était responsable de la production de

2600 tonnes de DEEE

“Le développement de l'IA pourrait engendrer l'équivalent de **10 milliards** de smartphones jetés d'ici 2030”

Sources :

https://www.bfmtv.com/tech/intelligence-artificielle/l-ia-engendrera-autant-de-pollution-que-10-milliards-d-i-phone-jetes-d-ici-2030-selon-une-etude_AV-202410290688.html & <https://www.nature.com/articles/s43588-024-00712-6>

xAI - Un colosse qui consomme

Un accord de puissance de

150 MW

provenant du système électrique local (Memphis)

Juste pour le refroidissement, xAI nécessite

4,9 millions de litres d'eau
par jour

122 jours

Pour monter un super accélérateur de 100 000 GPU H100

Dans une région avec un **service d'électricité à risque** pour les particuliers et un approvisionnement en **eau** uniquement **via prélèvement.**

Construction des data centers : le poids du béton

26,5 millions de m² de data centers construits d'ici à 2029 ([source](#))

8% des émissions de CO₂ mondiales sont liées au ciment (source : [Nature](#))

Le poste "Capital goods" du bilan carbone 2023 de Microsoft, poste qui inclut notamment la construction des data centers, est passé de **4 à 5,9 millions de tCO₂eq** entre 2022 et 2023

Des partenariats se mettent en place entre les grands cloud providers et des fabricants de béton / organismes de recherche pour créer du béton "vert" générant moins d'émissions de CO₂ : AWS et ARP ([source](#)), Microsoft/AWS et CarbonCure ([source](#)), AWS et Brimstone ([source](#))

Notre site web

Consultez nos analyses

www.boavizta.org

Suivez nous sur  **LinkedIn**



Boavizta est une association qui fonctionne grâce à ses membres

Vous souhaitez nous rejoindre ?



<http://boavizta.org/contact>

Cette étude, comme tous les communs créés par l'association Boavizta, sont du domaine public sous la licence Creative Commons 4.0.

Vous pouvez donc partager et adapter ces contenus même commercialement.

Cependant, pour tous vos usages, vous devez citer Boavizta et mentionner les modifications apportées.



Licence de ce document
[Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
Association Boavizta