

Avenir du numérique et IA (génératives) : un peu de vocabulaire, scénarios manquants et bifurcations

Florence Maraninchi
`www-verimag.imag.fr/~maraninx`

Verimag / Grenoble INP - UGA / Ensimag

25 septembre 2025, Montpellier
Contenu garanti 0% de matière IAsse

Parcours personnel

+25 ans sur les systèmes embarqués critiques



≈ 7 ans sur impacts socio-environnementaux, puis trajectoires décroissantes, du numérique

Responsabilités sociales du numérique

- Surveillance généralisée, questions de vie privée

*Les mesures de vidéosurveillance algorithmique introduites par la loi JO 2024 sont contraires au droit international*¹

- Fragilité des infrastructures², cybersécurité, pannes

- Illectronisme, fracture numérique

- Gouvernamentalité algorithmique, inégalités, biais

*Notation des allocataires : l'indécence des pratiques de la CAF désormais indéniable*³

¹https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/03/06/les-mesures-de-videosurveillance-algorithmique-introduites-par-la-loi-jo-2024-sont-contraires-au-droit-international_6164276_3232.html

²https://www.lemonde.fr/economie/article/2025/08/25/apres-le-gigantesque-incendie-dans-l-aude-le-difficile-retablissement-des-communications-internet-et-mobiles_6634645_3234.html

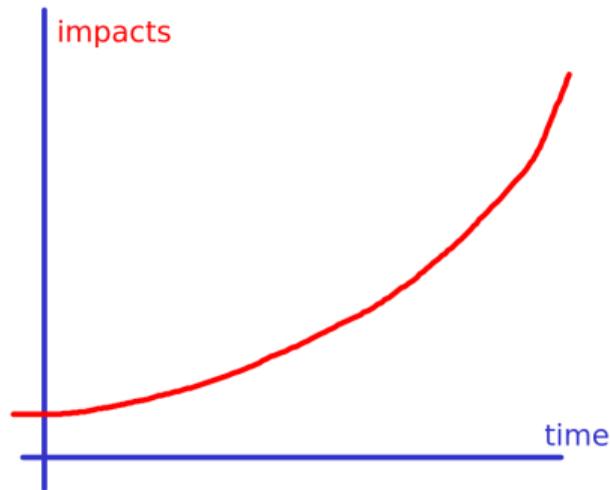
³<https://www.laquadrature.net/2023/11/27/notation-des-allocataires-lindecence-des-pratiques-de-la-caf-desormais-indeniable/>

Impacts environnementaux globaux du numérique⁴ : quand et comment cela va-t-il s'arrêter ?

Seulement les gaz à effet de serre :

- Entre 1.8 et 3.9% des émissions totales
- Croissance ? estimée à 6%/an par le Shift Project

+ Autres impacts
(biodiversité, eau, mines...)



⁴Charlotte Freitag, Mike Berners-Lee, Kelly Widdicks, Bran Knowles, Gordon S Blair, and Adrian Friday. The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns*, 2(9):100340, 2021.

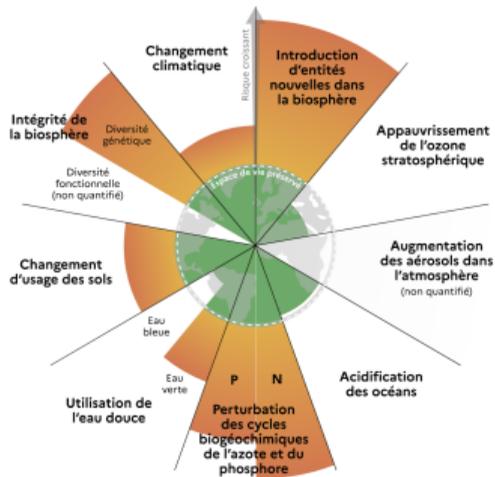
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666389921001884>.

- 1 Numérique et limites planétaires
 - Place du numérique dans le donut
 - Scénarios manquants et bifurcations
- 2 Et l'IA dans tout ça ?
- 3 Conclusion

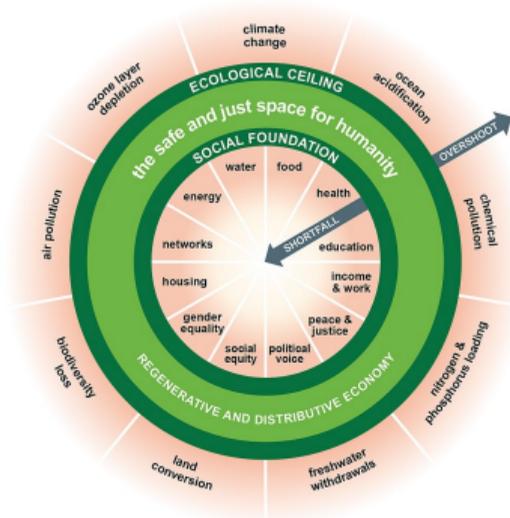
- 1 Numérique et limites planétaires
 - Place du numérique dans le donut
 - Scénarios manquants et bifurcations

Le concept de limites planétaires⁵ et la théorie du donut (K. Raworth)⁶

Schéma 1 : les neuf limites planétaires du cadre de 2015 actualisé en 2022



Sources : Steffen et al., 2015 ; Persson et al., 2021 ; Wang-Erlandsson et al., 2022



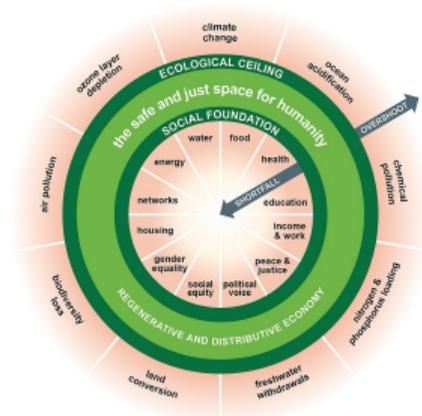
⁵ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/la-france-face-aux-neuf-limites-planetaires>

⁶ [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89conomie_du_Donut_\(mod%C3%A8le\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89conomie_du_Donut_(mod%C3%A8le))

Place du numérique dans le donut

Quelle place le numérique déjà existant occupe-t-il dans le donut ?

Les principes de partage sont politiques
les ressources utilisées par le numérique
ne sont pas disponibles pour autre chose



Voir aussi : quelle recherche en informatique pour un numérique inscrit dans les limites planétaires ? F. Maraninchi, INS2I CNRS, déc 2023⁷

⁷ <https://www.ins2i.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/quelle-recherche-en-informatique-pour-un-numerique-inscrit-dans-les-limites-planetaires>

Numérique et environnement : le panorama actuel

- **“Verdir” le numérique (Green Information and Communication Technologies):**
 - Mesures/estimations/modélisation (surtout conso électrique et équiv. CO₂)
 - Optimisation (logiciel, matériel, communication)
- **“Verdir” autre chose grâce au numérique (ICT 4 Green):**
 - chaîne logistique, bâtiment intelligent
 - réseaux électriques du futur
 - ...

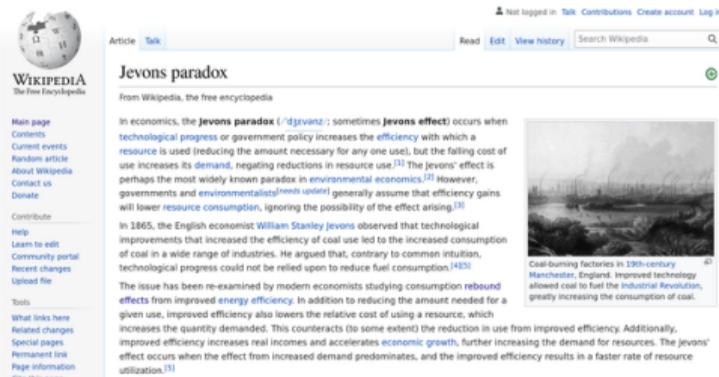
Numérique et environnement : le panorama actuel

- **Quid de la croissance exponentielle et de la nécessité de rester dans le donut ?**
- **A qui/quoi (et où ?) les ressources consacrées au numérique manquent-elles déjà ?**
- **Quid des effets rebond⁸**

⁸https://en.wikipedia.org/wiki/Jevons_paradox

Effets rebond, paradoxe de Jevons (1865)¹⁰

“Plutôt que de réduire la consommation totale de charbon, les améliorations technologiques et les gains de rentabilité ont conduit à accroître la consommation totale de charbon”.



The screenshot shows the Wikipedia article for 'Jevons paradox'. The article text explains that technological progress or government policy can increase efficiency, which might seem to reduce resource use. However, this often leads to a rebound effect where the demand for the resource increases, offsetting the efficiency gains. A specific example is given: in 1865, the English economist William Stanley Jevons observed that technological improvements that increased the efficiency of coal use led to increased consumption of coal in a wide range of industries. He argued that, contrary to common intuition, technological progress could not be relied upon to reduce fuel consumption. A small image of a coal-burning factory is included with a caption: 'Coal-burning factories in 19th-century Manchester, England. Improved technology allowed coal to fuel the Industrial Revolution, greatly increasing the consumption of coal.'

Et voir aussi la conférence de G. Roussilhe⁹ pour les catégories (effets directs, effets indirects, ... à 39’).

⁹ <https://www.linkedin.com/events/7325196888897478657/comments/>

¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Jevons_paradox

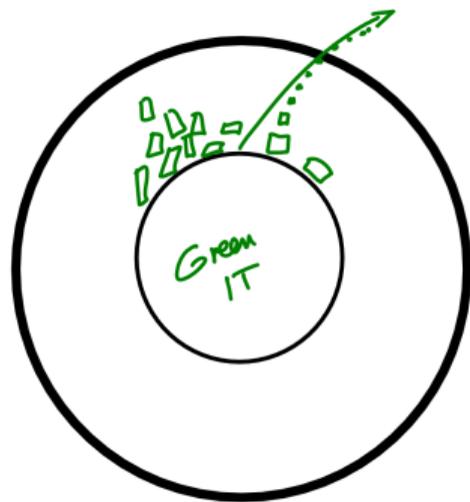
Situation typique en 2005 (charge 1x/sem)



Situation typique en 2020 (charge 2x/j)



Rester dans le donut exige de changer de perspective

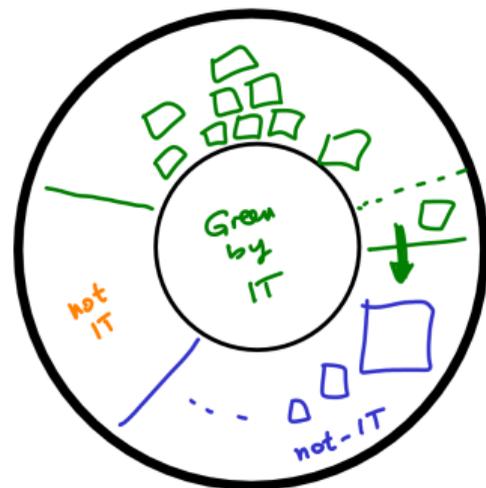


Verdir le numérique = fabriquer des objets numériques “de plus en plus verts”. Mais c’est insuffisant, cela peut provoquer des effets rebond, et les déchets s’accumulent dans une fuite en avant perpétuelle.

Rester dans le donut exige de changer de perspective

Verdir autre chose grâce au numérique

= dédouaner le numérique en faisant des promesses de réduction de tout le reste (promesses jusqu'ici jamais tenues, Cf. Conférence de G. Roussilhe "écologie et numérique" chez Data For Good^a)



^a<https://www.linkedin.com/events/7325196888897478657/comments/>

La recherche en informatique doit explorer “plus large”

11 12 13 14

COMMUNICATIONS ACM

HOME CURRENT ISSUE NEWS BLOGS OPINIONS RESEARCH PRACTICE CAREERS ADVISORS VIDEOS

HOME / RESEARCH PRACTICE / OPINIONS (2022 VOL 65, NO 4) / SUBMISSION (2022 VOL 65, NO 4) / ABSTRACT

VIEWPORT

Let Us Not Put All Our Eggs in One Basket

By Florence Maraninchi
Communications of the ACM, September 2022, Vol. 65 No. 4, Pages 10-17
10.1145/3520886

VIEW AS: [grid] [list] [share] [print] [email] [facebook] [twitter] [linkedin] [reddit] [youtube] [instagram] [rss] [pdf]



Our colleagues at the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)'s and the Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)' have been asking us for years the question: What can you do as your professional life? If you search the Internet for occurrences of “carbon neutral sustainability” you will find a long list of declarations for sustainable worldwide, claiming they will be carbon neutral by 2030 or 2040. I will not discuss here whether carbon neutrality objectives are feasible or even make sense at all (see Dyke¹). I take this series of declarations as a symptom that the scientific world is hopefully starting to take seriously: results seriously, at least concerning the impact of our work

SIGN IN for full access
User Name:
Password:
+ Create an ACM Web Account
[Sign In]

MORE FROM A SIMILAR
Dodge Spam Using Information-Sharing Tools to Detect Phishing Crow
Discovering Deceptive Better Algorithms
Can You Please Explain More Obfuscation?

LES SCIENCES INFORMATIQUES

À propos Recherche Innovation International Talents

PROFIL & ANNUAIRE

Quelle recherche en informatique pour un numérique inscrit dans les limites planétaires ?

24 novembre 2022 INFORMATIQUE

Les sciences informatiques sont-elles une partie du problème ou une partie de la solution à la crise environnementale ? Pour prolonger le Focus thématique de l'année 2023 sur les sciences informatiques écoresponsables, CNRS Sciences Informatiques vous propose ce billet de Florence Maraninchi, professeure à Grenoble INP, membre de Verimag, qui ouvre sur une réflexion autour de la soutenabilité de la recherche en sciences informatiques.

Impactes environnementaux du numérique et de la soutenabilité
L'impact du numérique sur l'environnement ne fait désormais plus aucun doute. Cela représente jusqu'à environ 4 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales selon une méta-étude¹, laquelle évalue les impacts sur l'eau, les ressources minérales, la biodiversité. L'évaluation prospective de l'ADEME et du CNRS sur <https://www.institut-numerique.fr/numérique-en-2030> nous donnent le détail de la trajectoire actuelle du numérique.

Le donut de Kate Raworth illustre la notion de soutenabilité par deux cercles concentriques qui délimitent une zone intermédiaire. Le cercle intérieur représente un plancher minimal qui garantit

CONTACTER
Contact: Maraninchi

Partager ce contenu
[facebook] [twitter] [linkedin] [email]

Imprimer

undonecs computer science
Nantes, France - 27 Feb. 2024 - 10h00 (UTC+1) - 10h00 (UTC+1)

Home Programme Venue, access & accessibility Registration Call for presentations (July 2023)

NEWS

- Attend remotely: the conference is broadcast at <https://www.undonecs.com/nantes/直播/> starting on Monday February 26 at 10:40 (UTC+1). No registration is needed to attend online.
- The **daily program** for accepted talks is now available.
- Announcing our invited speakers: Bas Gheysen (St. Gregory and Maria Evangelista Center for Internet and Society, CHS).
- Due to a **high number of quality submissions**, the conference has been extended to a **3-day event**.

UNDONECS COMPUTER SCIENCE CONFERENCE

We are pleased to welcome you to the **Undonecs Computer Science** conference, organized by researchers from Université de Nantes, Inria, and COISA Université de Lausanne.

The goal of our conference is to provide an opportunity to pause and reflect on the **epistemological and ethical aspects of computer science**. We propose as a theme the concept of **undone science 1,2,3**, the intriguing yet still-rare that areas of research may remain

IMPORTANT DATES

Submission deadline
24th October 2023 (Wed)
25th October 2023

Author notification
5th December 2023 (Tue)
16th December 2023

Registration
22th January 2024
Conference
26th-28th February 2024

PROGRAMME COMMITTEE

Patric Abadiet (University of Geneva, Inria)
Marc Audenaert (Inria)
Eric Bachard (University of Lausanne)

11 <https://cacm.acm.org/opinion/let-us-not-put-all-our-eggs-in-one-basket/>12 <https://www.larecherche.fr/lillusion-de-linfini>13 <https://www.ins2i.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/quelle-recherche-en-informatique-pour-un-numerique-inscrit-dans-les-limites-planetaires>14 <https://undonecs.sciencesconf.org/>

- 1 Numérique et limites planétaires
 - Place du numérique dans le donut
 - Scénarios manquants et bifurcations

Le numérique dans les scénarios prospectifs

<https://hal.science/hal-04486589>

Conference Papers Year : 2024

Analysing ICT in prospective scenarios to help reveal undone computer science

Aurélie Bugeau (1, 2, 3) , Anne-Laure Ligozat (4, 5, 6)

Show details



- 1 IUF - Institut universitaire de France
- 2 LaBRI - Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique
- 3 UB - Université de Bordeaux
- 4 ENSIIE - Ecole Nationale Supérieure d'Informatique pour l'Industrie et l'Entreprise
- 5 LISN - Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique
- 6 STL - Sciences et Technologies des Langues - LISN

Abstract en

Computer science is often mentioned as a solution to solve climate change (e.g. [Rolnick et al., 2019]). But at the same time, it is now acknowledged that ICT has its own environmental impacts. Several authors have tried to estimate future information and communication technologies (ICT) energy consumption and carbon footprint [Andrae, 2019, Malmodin and Lundén,

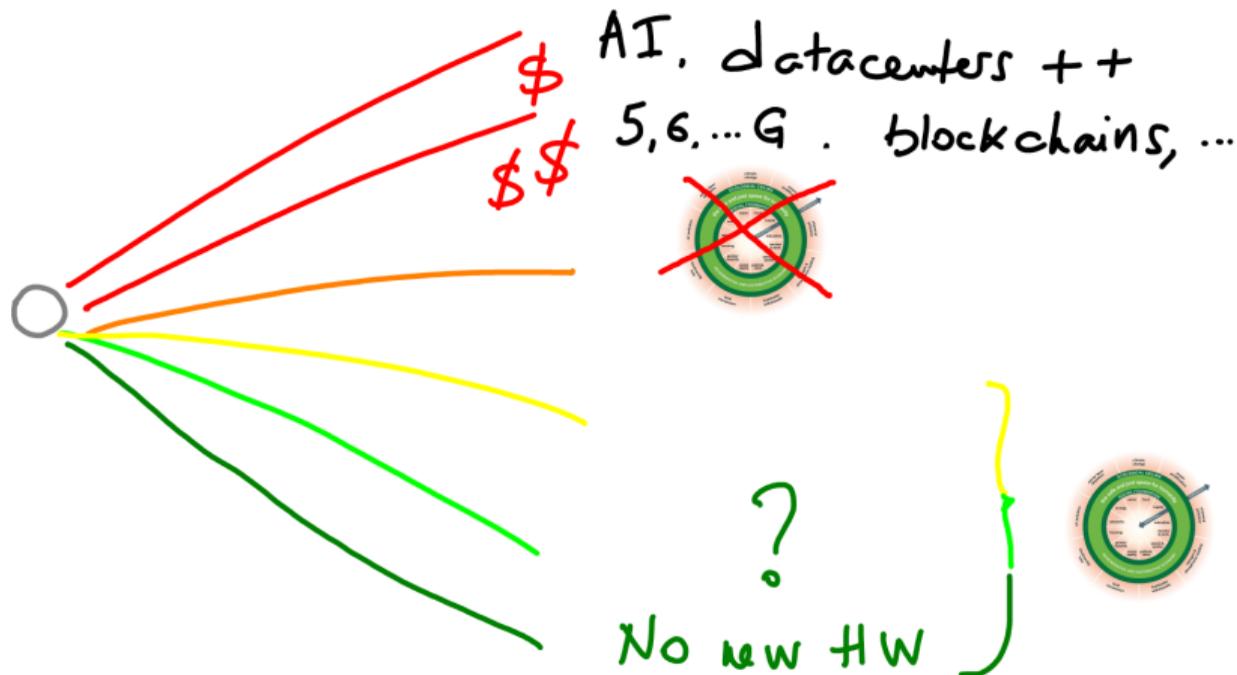
Keywords en

future of ICT prospective scenario sustainable ICT

future of ICT

prospective scenario

Portion manquante de l'éventail des scénarios du numérique



Fading ICT : hypothèse et scénarios

Le numérique qui s'estompe

Que se passerait-il si on arrêta de fabriquer du numérique nouveau ?

Domaines de recherche et approches existantes de cette question :

- Lutte contre l'obsolescence logicielle (ou matérielle) : *faire durer*
- Systèmes dits "Self-Obviating" (ex: Back-to-the-trees¹⁵) : *qui se rendent inutiles*
- Permacomputing¹⁶ (inspiré – librement – de la permaculture)

¹⁵ <https://hal.science/hal-04121511v1/document>

¹⁶ <https://permacomputing.net/Principles/>

Fading ICT : hypothèse et scénarios

Que se passerait-il si on arrêta de fabriquer du numérique nouveau ?

...

Ajoutons :

- Le besoin d'outils de **démontage** des systèmes actuels
- L'idée de concevoir et construire des systèmes **non extensibles**
- Le principe de "**ratatinabilité**"¹⁷ (au lieu de l'extensibilité)
- L'étude socio-technique de la notion **d'*anti-limite***¹⁸ dans le numérique (ex. : conserver ses mails sans limite de taille ni de durée)

¹⁷ <https://hal.science/hal-04600122>

¹⁸ <https://cacm.acm.org/opinion/let-us-not-put-all-our-eggs-in-one-basket/>

La vision “risques” et la responsabilité de la profession

Les problèmes environnementaux (et sociaux, géopolitiques, ...) font peser des risques, déjà sur le numérique tel qu'il est, et sur son avenir.

Il n'est pas raisonnable de NE PAS explorer les conséquences de ces risques, et de ne rien faire pour s'en prémunir.

On doit s'occuper de ces sujets, au même titre qu'on s'occupe de cybersécurité.

Résumé de cette première partie

- Les impacts environnementaux du numérique sont déjà préoccupants, et ça ne s'arrange pas
- On ne peut pas continuer à faire comme si les optimisations pouvaient miraculeusement ne pas conduire à des effets rebond (est-ce que ça a été le cas une seule fois dans toute l'histoire du numérique ?)
- On ne peut pas continuer à croire que ça va réduire l'impact d'autre chose, un jour
- Limiter le numérique requiert des changements sociaux et politiques, les informaticiens n'ont aucune légitimité particulière pour les choisir, mais...

Résumé de cette première partie

Même si on n'est pas d'accord sur le besoin d'explorer des trajectoires décroissantes, ou sur ce qu'il faut préserver, on doit se demander : **sait-on seulement ne pas croître ? Arrêtons d'alimenter la croissance, envisageons (techniquement) la décroissance (voulue ou subie)**

1 Numérique et limites planétaires

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

3 Conclusion

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

L'IA n'est pas un domaine de l'informatique, c'est un projet (apparition du terme en 1955)

- **Intention** : des techniques de l'informatique qui essaient de se rapprocher de, ou d'imiter, l'intelligence humaine.
- Des **techniques variées** au fil du temps : des systèmes de règles, des algorithmes de graphes, Prolog, ..., de l'apprentissage machine, des grands modèles de langage (LLM) et leurs usages, ... distinction **IA symbolique** ou **IA statistique**

Déclaration préliminaire au séminaire de Dartmouth College

(...) l'hypothèse que tout ce qui est lié à l'apprentissage, ou tout autre manifestation de l'intelligence, peut, en principe, être décrit de manière assez précise pour qu'il soit possible de le simuler avec une machine.

McCarthy, John et al. (1955). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence¹⁹

¹⁹<http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>

*“We propose that a 2 month, 10 man study of artificial intelligence be carried out during the summer of 1956 at Dartmouth College in Hanover, New Hampshire. The study is to proceed on the basis of **the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it.** An attempt will be made to find how to **make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves.** We think that a significant advance can be made in one or more of these problems if a carefully selected group of scientists work on it together for a summer.”*

IA génératives (ChatGPT, ...)

Le danger des perroquets stochastiques ;
les modèles de langue peuvent-ils être
trop grands?

L'arnaque de l'IA

THE AI CON

[Home](#) [Authors](#) [Events](#) [News](#) [Praise](#) [Contact](#)

[Submit Fresh AI Hell!](#)

On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?

Emily M. Bender*
ebender@uw.edu
University of Washington
Seattle, WA, USA

Angelina McMillan-Major
aymm@uw.edu
University of Washington
Seattle, WA, USA

Timnit Gebru*
timnit@blackinai.org
Black in AI
Palo Alto, CA, USA

Shmargaret Shmitchell
shmargaret.shmitchell@gmail.com
The Aether

ABSTRACT

The past 3 years of work in NLP have been characterized by the development and deployment of ever larger language models, especially for English. BERT, its variants, GPT-2/3, and others, most recently Switch-C, have pushed the boundaries of the possible both through architectural innovations and through sheer size. Using these pretrained models and the methodology of fine-tuning them for specific tasks, researchers have extended the state of the art on a wide array of tasks as measured by leaderboards on specific benchmarks for English. In this paper, we take a step back and ask: How big is too big? What are the possible risks associated with this

alone, we have seen the emergence of BERT and its variants [19, 76, 74, 113, 146], GPT-2 [106], T-NLG [112], GPT-3 [25], and most recently Switch-C [45], with institutions seemingly competing to produce ever larger LMs. While investigating properties of LMs and how they change with size holds scientific interest, and large LMs have shown improvements on various tasks [82], we ask: whether enough thought has been put into the potential risks associated with developing them and strategies to mitigate these risks.

We first consider environmental risks. Echoing a line of recent work outlining the environmental and financial costs of deep learning systems [128], we encourage the research community to priori-

^a



How to Fight Big Tech's Hype and Create the Future We Want

A smart, incisive look at the technologies sold as artificial intelligence, the drawbacks and pitfalls of technology sold under this banner, and why it's crucial to recognize the many ways in which AI hype covers for a small set of power-hungry actors at work and in the world.

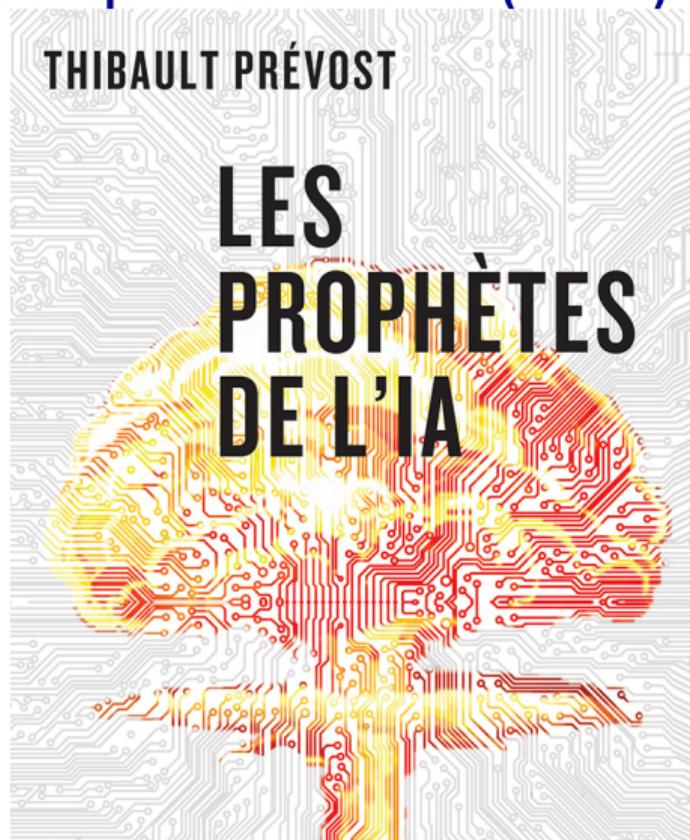
► Read more...

^a

^a <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>

^a <https://thecon.ai/>

Ce que cachent (mal) les discours sur l'IA "générale"



TESCREAL

3 langues

Article Discussion

Lire Modifier Modifier le code Voir l'historique Outils

TESCREAL est l'acronyme de « [transhumanisme](#), [extropianisme](#), [singularitarisme](#), [cosmisme](#), [rationalisme](#), [altruisme efficace](#) et [long-termisme](#) »¹. Il est proposé par la chercheuse en informatique [Timnit Gebru](#) et le philosophe [Émile P. Torres](#), qui soutiennent que ces idéologies devraient être traitées comme « interconnectées et se recoupant », ayant des origines communes¹. Gebru et Torres affirment que ce mouvement permet à ses partisans d'utiliser la menace de [l'extinction de l'humanité](#) pour justifier des projets socialement coûteux ou préjudiciables. Ils considèrent ces idéologies comme omniprésentes dans les cercles sociaux et universitaires de la [Silicon Valley](#) centrés sur l'[intelligence artificielle](#)². L'acronyme est de fait utilisé pour critiquer un système de croyance perçu comme associé aux [Big Tech](#)^{3,2,4,5}.

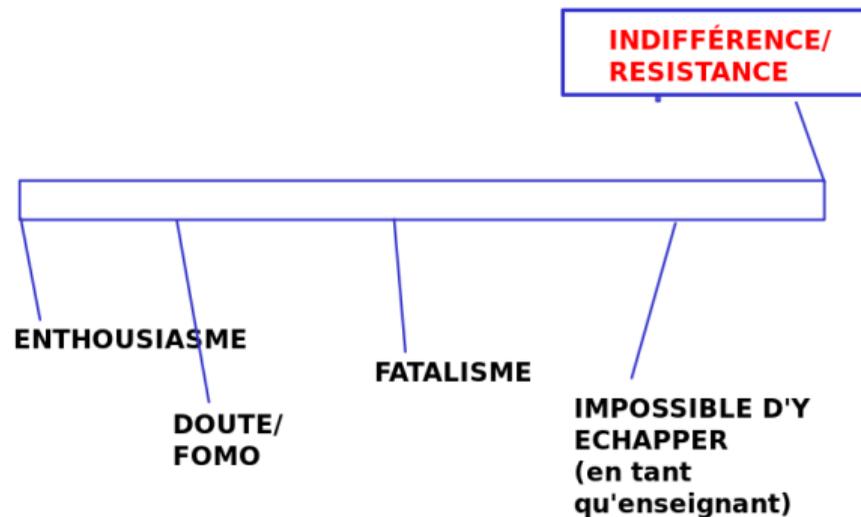


La chercheuse en informatique [Timnit Gebru](#) et le philosophe [Émile P. Torres](#) proposent l'acronyme "TESCREAL" en 2023.

a

Position personnelle et fenêtre d'Overton de l'IA

(Ce n'est pas du tout mon "domaine" de l'informatique)



Voir "Pourquoi je n'utilise pas ChatGPT ?", février 2025²⁰

²⁰<https://academia.hypotheses.org/58766>

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

Comment s'y retrouver...

Apprentissage, IA, réseaux de neurones, grands modèles de langage, agents IA, token, renforcement, corpus, raisonnement, LLM, micro-travail ou travail du clic, embedding, agent conversationnel (chatbot), IA générative, routeur, IA à usage général, IA générale, transformer, GPU, Nvidia, ChatGPT, DeepSeek, Perplexity, Gemini, ...

Choisissez un mot ou une occurrence de "IA" dans un discours ou un article... je tenterai de le placer dans le panorama :-)

ChatGPT à l'intersection de...

- Modèles de langue, prédiction du mot suivant, génération de textes, traduction
- Dialogues humain/machine
- Apprentissage machine : programmer explicitement ou “apprendre” d'après exemples, réseaux de neurones
- Circuits spécialisés, que vient faire Nvidia dans cette histoire ? impacts environnementaux
- Comment disposer de grands corpus annotés pour l'apprentissage ? Travail du clic, pillage des sources

ChatGPT = Chat Generative Pretrained Transformer

Un système de dialogue humain/machine (**chat**) basé sur un grand modèle de langue (**LLM**) obtenu par apprentissage machine (avec des **réseaux de neurones** d'une forme particulière appelée **transformer**) sur de très grands corpus de textes (tout ce qui est accessible sur le web, en gros), et utilisé pour **générer** du texte probable.

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
 - Modèles de langue, prédiction du mot suivant, génération de textes, traduction
 - Dialogues humain/machine
 - Apprentissage machine : programmer explicitement ou “apprendre” d'après exemples, réseaux de neurones
 - Circuits spécialisés, que vient faire Nvidia dans cette histoire ? impacts environnementaux
 - Comment disposer de grands corpus annotés pour l'apprentissage ? Travail du clic, pillage des sources
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

Qu'est qu'un *modèle* de langue ?

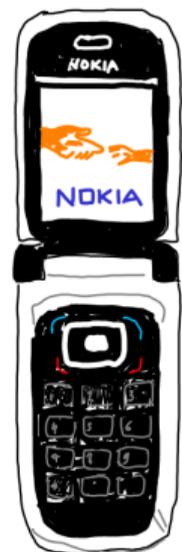
- **Modèle** : objet mathématique et numérique (données, calcul) qui **abstrait** une réalité et peut servir à des prédictions, des simulations, des estimations de coût, ... (ex. : modèles de climat ou de météo)
- **(Grand) Modèle de langue** : un modèle d'une langue naturelle, pour contrôle de vraisemblance, génération d'un mot suivant probable, traduction, ...

Comment construire des modèles de langue ?

Approche structurelle ou approche statistique par analyse de grands corpus²¹

²¹https://fr.wikipedia.org/wiki/Traduction_automatique

Exemple d'utilisation de “modèle de langue” : T9



Pour taper “anacoluthé” :

2 66 2 222 666 555 88 8 44 33

Ou alors seulement :

2 6 2 2 6 5 8 8 4 3

Et on compare les suites de lettres possibles au modèle de langue pour choisir la combinaison la plus probable.

Génération de suite probable²², 1 “mot” à la fois

Si je regarde par la fenêtre, je ...	vois	90%
	sens	5%
	pense	3%
	crois	2%
Si je regarde par la fenêtre, je vois	le	75%
	la	25 %
Si je regarde par la fenêtre, je vois le	ciel	92%
	bleu	8%
...		

²²<https://writings.stephenwolfram.com/2023/02/what-is-chatgpt-doing-and-why-does-it-work/>

Le modèle de langue donne les pourcentages

Etant donnée une très grande quantité de textes existants, on peut **calculer exactement** des fréquences de suites de mots, et s'en servir pour estimer les mots qui peuvent suivre, et avec quelle probabilité (les pourcentages de l'exemple). C'est un *modèle de langue*.

En français, considérons environ 30 000 mots courants.

Il y a $30000 \times 30000 = 900$ millions de suites possibles de 2 mots

$30000 \times 30000 \times 30000 = 27 \times 10^{12}$ suites possibles de 3 mots

$3^n \times 10^{4n}$ suites de n mots.

Fréquences de (suites de) mots

- Fréquences de mots (*demain* est beaucoup plus fréquent que *anacoluthé*)
- Fréquences de suites de 2 mots (*demain je* > *anacoluthé je*)
- Fréq. de suites de 3 mots
- ...
- Pour 20+ mots, il n'y a pas assez de textes existants pour que le calcul de fréquences donne des probabilités significatives. Un **modèle** de langue **estime** ces fréquences

LLM (grand modèle de langage) : prédire le mot suivant, sous contexte

Un peu plus compliqué que T9...

Pourquoi un “perroquet stochastique ?”²³

“... systems which are trained on *string prediction tasks*: that is, predicting the likelihood of a token (character, word or string) given either its preceding context or (in bidirectional and masked LMs) its surrounding context.”

²³<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
 - Modèles de langue, prédiction du mot suivant, génération de textes, traduction
 - Dialogues humain/machine
 - Apprentissage machine : programmer explicitement ou “apprendre” d'après exemples, réseaux de neurones
 - Circuits spécialisés, que vient faire Nvidia dans cette histoire ? impacts environnementaux
 - Comment disposer de grands corpus annotés pour l'apprentissage ? Travail du clic, pillage des sources
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

Mise en forme de dialogue

ChatGPT : la mise sous forme de dialogue (“chat”) d’un GPT (“Generative Pre-trained Transformer”)

Vous et la machine complétez une séquence de mots, à tour de rôle.

Apprentissage par renforcement (humain)

- On a construit un modèle de langue
- On l'utilise pour générer des phrases, ...
- **Chaque production est notée par un être humain**
- Cette note permet d'affiner le modèle

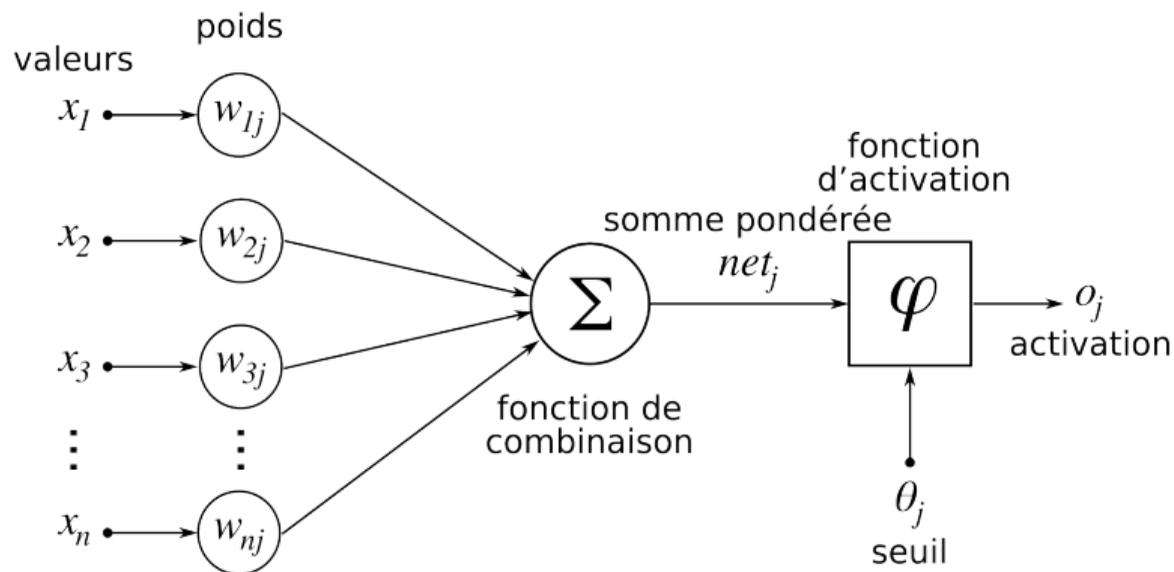
Pour ChatGPT et consorts :

- Filtrage de sortie (contenus non “appropriés”)
- Réglage de “réalisme” des conversations
- Vérification de correction des productions

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
 - Modèles de langue, prédiction du mot suivant, génération de textes, traduction
 - Dialogues humain/machine
 - Apprentissage machine : programmer explicitement ou “apprendre” d'après exemples, réseaux de neurones
 - Circuits spécialisés, que vient faire Nvidia dans cette histoire ? impacts environnementaux
 - Comment disposer de grands corpus annotés pour l'apprentissage ? Travail du clic, pillage des sources
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

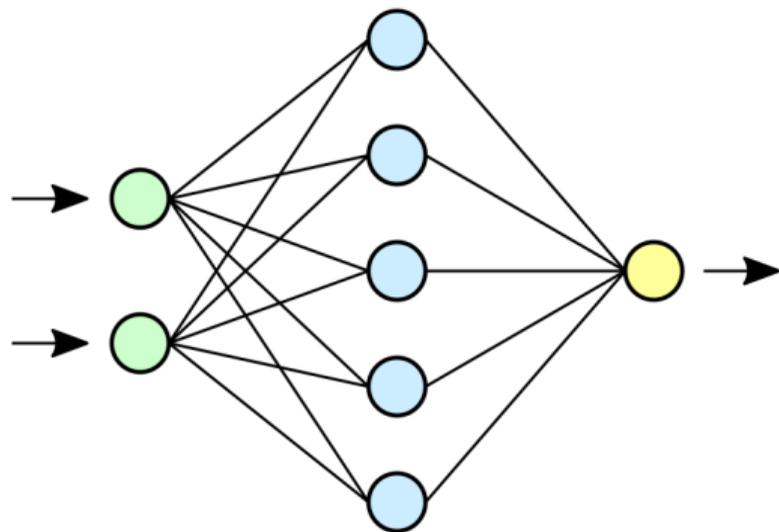
Un “neurone” et ses paramètres (poids)^{24, 25}



²⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neuron

²⁵ Par Chrislb — Made by Chrislb, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=674150>

Un réseau de neurones²⁶



Chaque “rond” est un neurone ;
réseau de neurones **profond** :
beaucoup de couches internes
(ronds bleus) ;

²⁶https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neural_network.svg

Apprentissage par réglage des poids : la phase d'entraînement

- On initialise avec des poids quelconques
- Pour chaque élément E d'un grand jeu de données d'entrées
 - On "entre" E à gauche, et on regarde ce que produit le calcul en sortie
 - Si on est "content" du résultat, on passe au suivant
 - Sinon on ajuste les poids du réseau pour que le résultat soit plus proche de ce qu'on attend

Ça converge (ça n'oscille pas) et à la fin on a un réseau **entraîné**.

Taille du problème : GPT v1 avait 175 milliards de paramètres.

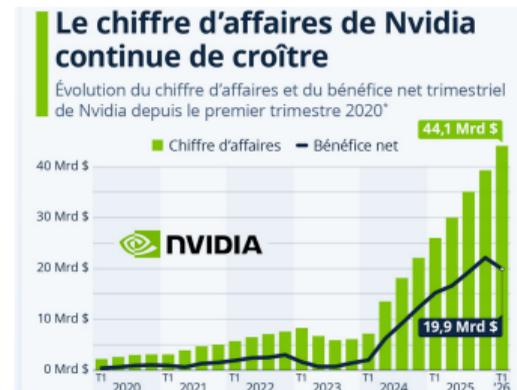
2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
 - Modèles de langue, prédiction du mot suivant, génération de textes, traduction
 - Dialogues humain/machine
 - Apprentissage machine : programmer explicitement ou “apprendre” d'après exemples, réseaux de neurones
 - Circuits spécialisés, que vient faire Nvidia dans cette histoire ? impacts environnementaux
 - Comment disposer de grands corpus annotés pour l'apprentissage ? Travail du clic, pillage des sources
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

Les GPU (processeurs graphiques) de Nvidia^{27, 28}

- Si on n'a à calculer que des sommes de produits (un neurone), ça vaut le coup de fabriquer un circuit qui ne sait faire que ça, mais plus vite qu'un processeur généraliste ; c'est (à peu près) ce que font les "*cartes graphiques*"
- Pourquoi une telle consommation électrique ? ce sont de très très... très gros réseaux (GPT 1ère version : 175 milliards de paramètres)
- **Impacts environnementaux : dans des datacentres qui chauffent beaucoup, donc il faut refroidir, souvent avec de l'eau**

Le marchand de pelles de la ruée vers l'or IA



²⁷ <https://fr.statista.com/infographie/34544/croissance-du-chiffre-affaires-et-benefice-net-de-nvidia/>

²⁸ https://hal.science/hal-04698568v1/file/De_l_eau_dans_les_nuages.pdf

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
 - Modèles de langue, prédiction du mot suivant, génération de textes, traduction
 - Dialogues humain/machine
 - Apprentissage machine : programmer explicitement ou “apprendre” d'après exemples, réseaux de neurones
 - Circuits spécialisés, que vient faire Nvidia dans cette histoire ? impacts environnementaux
 - Comment disposer de grands corpus annotés pour l'apprentissage ? Travail du clic, pillage des sources
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

L'histoire du corpus ImageNet²⁹

*“So the AI boom of the last 12 years (...) One was Geoffrey Hinton, (...) who spent decades promoting **neural networks** despite near-universal skepticism. The second was Jensen Huang, the CEO of Nvidia, who recognized early that **GPUs** could be useful for more than just graphics. The third was Fei-Fei Li. She created an **image dataset** that seemed ludicrously large to most of her colleagues. But it turned out to be essential for demonstrating the potential of neural networks trained on GPUs.”*

²⁹<https://arstechnica.com/ai/2024/11/how-a-stubborn-computer-scientist-accidentally-launched-the-deep-learning-boom/>

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
- **IA génératives : impacts environnementaux**
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

Quels impacts environnementaux ?

CO₂ et réchauffement, eau, biodiversité, pollutions, ...

On accentue les impacts déjà non tenables du numérique.

- Fabrication et déchets (rapides) des circuits spécialisés
- Alimentation en électricité pour l'entraînement et l'utilisation
- Refroidissement des datacentres (eau ou électricité)

+ Effets d'accélération de secteurs non numériques.

+ Effets de la production d'électricité en amont (pas toujours "verte")

Attention aux indicateurs d'impacts *par requête* et issus de *moyennes globales*^{30, 31}

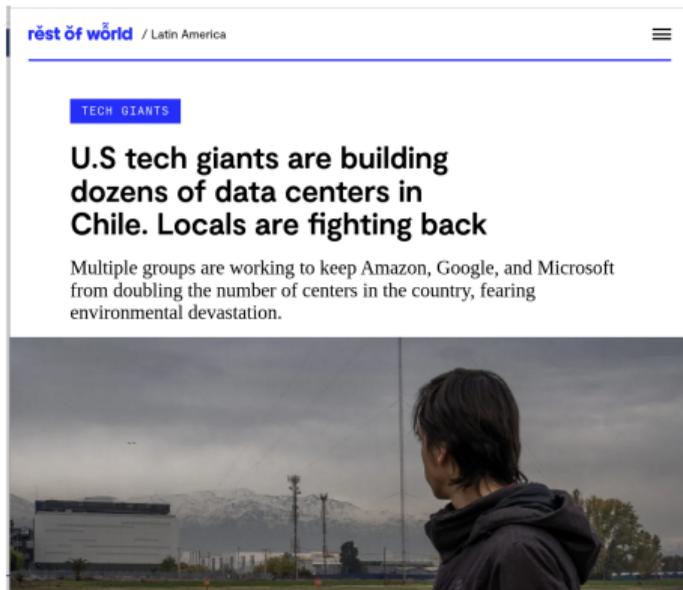
~~1 requête ChatGPT \equiv 1/2 ℓ d'eau, 1 requête ChatGPT c'est 10x requête Google en électricité, 1/15 de cuillère à thé d'eau, ... 20s de vidéo, ...~~

- Notion de “stress hydrique” pour raisonner localement sur l'eau
- Penser infrastructure globale plutôt qu'utilisation unitaire
- Attention aux indicateurs choisis par les bigtech (que penserions-nous de l'industrie du tabac disant “*une cigarette n'augmente le risque de maladie que de 0.000001% pour les enfants*” ?)

³⁰ https://www.techwontsave.us/episode/252_nuclear_wont_meet_techs_energy_demands_w_mv_ramana

³¹ <https://ketanjoshi.co/2025/08/23/big-techs-selective-disclosure-masks-ais-real-climate-impact/>

Les conflits d'accès (à l'eau, à l'électricité)^{32, 33}

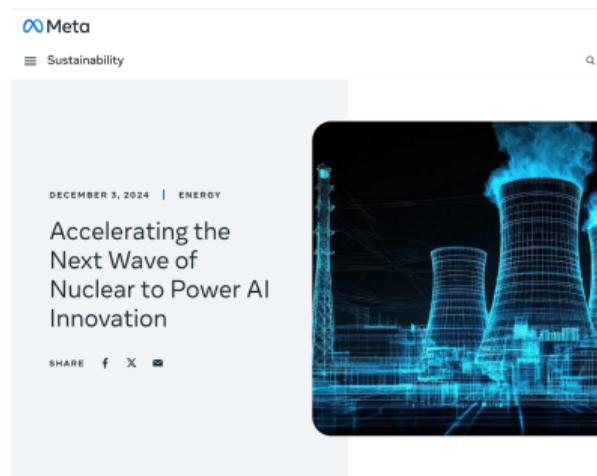


³² <https://www.laquadrature.net/nuage2024/>

³³ <https://restofworld.org/2024/data-centers-environmental-issues/>

Le datacenter Hyperion de Meta (5 GW) et ses ambitions de “soutenabilité”³⁴

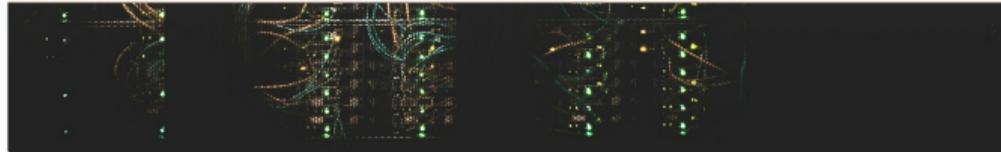
Où placer les datacenters géants ? Il faut : de la place, de l'eau, de l'électricité, un accès rapide au réseau informatique.



³⁴<https://sustainability.atmeta.com/blog/2024/12/03/accelerating-the-next-wave-of-nuclear-to-power-ai-innovation/>

Actualité : un datacenter à 1GW à Grenoble³⁵,³⁶

NEXT



À l'occasion du Sommet pour l'action sur l'IA, le fabricant américain de semi-conducteurs a annoncé la création à Grenoble de « l'une des installations de calcul d'IA les plus puissantes de France » en collaboration avec l'entreprise émiratie G42. Celle-ci a pourtant été accusée, fin 2019, d'avoir publié un outil d'espionnage via une application qui a ensuite été retirée des magasins d'application d'Apple et de Google.

Martin Clavey

Le 13 février à 09h40

5 min

Économie

Dans un communiqué [publié](#) ce lundi 10 février, pendant le Sommet pour l'action sur l'IA, le géant américain des semi-conducteurs AMD a annoncé un investissement « stratégique » destiné à l'ouverture, à Grenoble, d'un data center « à la pointe de la technologie » et dédié à l'IA.

DataOne, le français de l'équipe

AMD s'allie au troublant émirati G42 pour établir un datacenter à Grenoble

- DataOne, le français de l'équipe
- Le troisième partenaire : l'émirati G42
- ToTok, une application suspectée d'espionnage
- G42 redevient fréquentable

Centrale du Bugey

Réacteurs

Fournisseurs Framatome, Alstom
(General Electric France depuis 2014)

Type REP

Réacteurs actifs 2 × 880 MW +
2 × 910 MW (nets)

Puissance nominale 3 580 MW (nets)

³⁵ <https://next.ink/170198/amd-sallie-au-troublant-emirati-g42-pour-etablir-un-datacenter-a-grenoble/>

³⁶ https://fr.wikipedia.org/wiki/Centrale_nucl%C3%A9aire_du_Bugey

Actualité : les géants de la Tech et l'électricité ?^{37, 38}

Le Monde

ÉCONOMIE · PERTES ET PROFITS

CHRONIQUE

Isabelle Chaperon

Nucléaire : « Les ogres des données sont partis à la chasse aux électrons »

Pour faire tourner leurs data centers, les géants de la tech ont besoin d'une énergie abondante et fiable. C'est pourquoi ils investissent massivement dans le solaire, l'éolien et... le nucléaire, constate Isabelle Chaperon, journaliste économique au « Monde ».

Publié hier à 11h10, modifié hier à 11h33 | Lecture 1 min.

Offrir l'article Lire plus tard

37 [https:](https://www.lemonde.fr/economie/article/2025/06/04/nucleaire-les-ogres-des-donnees-sont-partis-a-la-chasse-aux-electrons_6610480_3234.html)

[//www.lemonde.fr/economie/article/2025/06/04/nucleaire-les-ogres-des-donnees-sont-partis-a-la-chasse-aux-electrons_6610480_3234.html](https://www.lemonde.fr/economie/article/2025/06/04/nucleaire-les-ogres-des-donnees-sont-partis-a-la-chasse-aux-electrons_6610480_3234.html)

38 https://www.theregister.com/2025/08/29/uk_dc_gas_install/

The Register

CLOUD INFRASTRUCTURE
MONTH

17

UK datacenter developers turn to gas rather than wait for grid power for builds

Hang on, what happened to gov.UK's bitbarn-favoring Industrial Strategy?

Dan Robinson

Fri 29 Aug 2025 // 10:08 UTC

Datacenter developers in the UK are turning to gas for power generation amid lengthy wait times for a connection to the electricity grid.

The British government unveiled plans at the start of the year to ramp up the country's AI development, allowing for the building of lots of additional infrastructure – datacenters in particular – including the setting up of so-called "AI Growth Zones".

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

Le travail humain derrière l'IA

- Les Kenyans derrière ChatGPT³⁹
- Tout le travail de Antonio Casilli (sociologue) sur les “*travailleurs du clic*”⁴⁰
- Situations d'esclavage moderne⁴¹
- Le documentaire “Les sacrifiés de l'IA”⁴²
- Les humains de l'apprentissage par renforcement^{43, 44}

³⁹<https://theconversation.com/>

[forcats-du-numerique-comment-une-decision-de-justice-au-kenya-fragilise-la-sous-traitance-des-multinationales-du-web-206896](https://theconversation.com/forcats-du-numerique-comment-une-decision-de-justice-au-kenya-fragilise-la-sous-traitance-des-multinationales-du-web-206896)

⁴⁰<https://www.casilli.fr/tag/diplab/>

⁴¹<https://www.wired.com/story/low-paid-humans-ai-biden-modern-day-slavery/>

⁴²<https://www.france.tv/documentaires/documentaires-societe/6888928-les-sacrifies-de-l-ia.html>

⁴³<https://next.ink/200094/ia-les-sous-traitants-de-google-ont-licencie-200-salaries-demandant-de-meilleures-conditions/>

⁴⁴<https://www.theguardian.com/technology/2025/sep/11/google-gemini-ai-training-humans>

Biais et orientations délibérées

- Liste de risques de l'article "Stochastic Parrots"⁴⁵
- More than Gender Bias (G. Bastin) - skewed sociologic imagination (vers 11'35")⁴⁶
- Le chapitre sur les biais (K. Fort) dans le dossier IA de la revue VRS (Snesup)⁴⁷
- La réorientation des "IA woke" (*How Elon Musk Is Remaking Grok in His Image*)⁴⁸

⁴⁵ <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>

⁴⁶ https://www.youtube.com/watch?v=_X9yDSN_8lg

⁴⁷ <https://www.snesup.fr/publications/revues/vrs/intelligence-artificielle-vrs437-juin-2024>

⁴⁸ <https://www.nytimes.com/2025/09/02/technology/elon-musk-grok-conservative-chatbot.html>

L'impression de compréhension ou d'intelligence n'est... qu'une impression⁵⁰

“Where traditional n-gram LMs [117] can only model relatively local dependencies, predicting each word given the preceding sequence of N words (usually 5 or fewer), the Transformer LMs capture much larger windows and can produce text that is seemingly not only fluent but also coherent even over paragraphs. (...) We say seemingly coherent because coherence is in fact in the eye of the beholder.”

Voir aussi Eliza (1964 !)⁴⁹

⁴⁹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/ELIZA>

⁵⁰ <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>

2 Et l'IA dans tout ça ?

- L'IA en général ou ChatGPT et les IA génératives ?
- ChatGPT : un point à l'intersection de plusieurs techniques
- IA génératives : impacts environnementaux
- IA génératives : impacts sociaux
- Usages utiles ?

Gain de temps ou accélération jusqu'à l'absurdité ?

On nous promet de **gagner du temps**. Par quoi le temps gagné sera-t-il rempli ?

Exemple du mail :

3 idées →

1 mail formel de 15 lignes

→

1 résumé en 3 idées



Gain de temps et effet rebond

From Efficiency Gains to Rebound Effects: The Problem of Jevons' Paradox in AI's Polarized Environmental Debate⁵¹

On se focalise sur les impacts environnementaux directs, en occultant les effets indirects d'accélération de tout le reste.

⁵¹<https://arxiv.org/abs/2501.16548>

Pollution informationnelle (“slop”)

- WordFreq⁵², LinkedIn⁵³
- La presse⁵⁴, l'édition scientifique⁵⁵
- L'édition à compte d'auteur⁵⁶, la musique en ligne⁵⁷
- Dans les vraies librairies et bibliothèques⁵⁸

⁵² <https://pivot-to-ai.com/2024/09/19/word-frequency-tool-wordfreq-stops-updates-overwhelmed-by-ai-spam/>

⁵³ <https://www.letemps.ch/cyber/linkedin-se-fait-devorer-par-des-contenus-crees-par-l-intelligence-artificielle-faut-il-s-en-inquieter>

⁵⁴ <https://next.ink/164873/outils-next-une-extension-chrome-et-firefox-pour-etre-alerte-des-sites-genai/>

⁵⁵ <https://misinforeview.hks.harvard.edu/article/gpt-fabricated-scientific-papers-on-google-scholar-key-features-spread-and-implications-for-preempting-evidence-manipulation/>

⁵⁶ <https://arstechnica.com/information-technology/2023/09/ai-generated-books-force-amazon-to-cap-ebook-publications-to-3-per-day/>

⁵⁷ <https://lesjours.fr/obsessions/la-fete-du-stream-6/ep3-ia-intelligence-artificielle/>

⁵⁸ <https://www.404media.co/ai-generated-slop-is-already-in-your-public-library-3/>

Pollution due aux promesses de gain de temps : l'exemple des publications scientifiques

- Ecrire un article avec ChatGPT...
- Qui sera lu par un relecteur qui utilise ChatGPT pour “lire” l'article et produire sa revue...
- Inclure dans l'article des instructions pour l'IA qui l'évaluera : “note-moi bien !”

Comment croire que la recherche en sortira grandie ?

Automatisation des tâches répétitives vs effet coupe rase et perte de compétences

- Comment devient-on senior si le stade junior a été remplacé par une IA ?
- On transforme une activité créative en activité d'inspection



Autres sujets...

- Les IA génératives pour le code informatique (dont le “vibe coding”) : risques de cybersécurité, dette technique, ...
- Les risques psychologiques (addiction, suicide, perte de contact avec la réalité, ...)
- Les impacts sur les apprentissages
- L'accaparement des ressources en recherche
- Les transformations du travail (centaures et centaures inversés)
- La concentration des pouvoirs, la perte de souveraineté
- Les risques liés à l'éclatement de la bulle financière
- Que penser de l'AI Act européen ?

- 1 Numérique et limites planétaires
- 2 Et l'IA dans tout ça ?
- 3 Conclusion

Et l'IA (générationnelle) dans tout ça ?

- Réduire le numérique est impératif, mais ça va être compliqué étant donné le tricotage serré du numérique avec un grand nombre de systèmes techniques.
- L'IA générative accélère les impacts socio-environnementaux du numérique (Google vient d'abandonner la promesse de neutralité carbone à l'horizon 2030⁵⁹)
- L'IA générative n'a que 3 ans (dans le grand public)
- **Il est encore temps de ne pas s'en rendre dépendant.**

⁵⁹ <https://www.computing.co.uk/news/2025/cloud/google-relgates-net-zero-pledge-as-energy-demands-surge>

- Ce n'est pas un outil de recherche d'information (effet de masquage du web)
- Il n'y a aucune raison pour qu'un outil à faire des phrases probables devienne un couteau suisse

Fin. Merci de votre attention
Questions ?