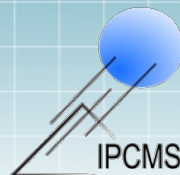


# Impact environnemental du numérique ...

... et quelques leviers d'action à notre portée

**Dr. Sébastien Le Roux**

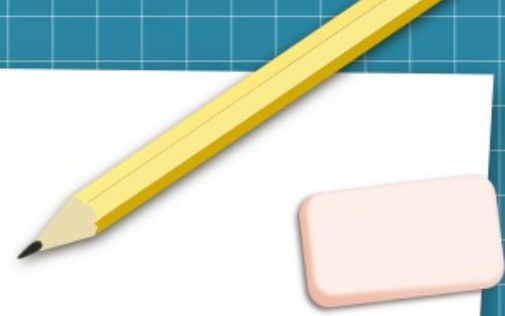
En collaboration avec **Alsace Réseau Neutre**



**Université**

de Strasbourg

# Notre monde



# Notre monde « capitaliste » numérique

Google



Apple



Facebook



Amazon



Microsoft



# Notre monde « capitaliste » numérique

Google



Apple



Facebook



Amazon



Microsoft



Vue d'ensemble		Performance	Evaluation	Dividendes	Rentabilité	Compte de résultat	Bilan	Cash Flow	Do
Symbole	100		Pays		↓ Capitalisation boursière	Prix	Variation %	Volume Rel	
AAPL	Apple Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,68 T USD	243,36 USD	-0,20%	0,76	
NVDA	NVIDIA Corporation <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,54 T USD	144,47 USD	+4,45%	1,22	
MSFT	Microsoft Corporation <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,15 T USD	423,35 USD	+1,14%	0,80	
AMZN	Amazon.com, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		2,36 T USD	224,19 USD	+1,80%	0,80	
GOOG	Alphabet Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		2,36 T USD	193,13 USD	+1,31%	0,68	
2222	SAUDI ARABIAN OIL CO. <sup>D</sup>		Arabie Saoudite		1,81 T USD	27,95 SAR	-0,36%	2,17	
META	Meta Platforms, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,53 T USD	604,63 USD	+0,90%	0,84	
TSLA	Tesla, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,32 T USD	410,44 USD	+8,22%	1,01	
AVGO	Broadcom Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,09 T USD	232,55 USD	+0,25%	0,59	
BRK.A	Berkshire Hathaway Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		978,68 B USD	681 460,00 USD	+0,88%	0,92	
2330	TAIWAN SEMICONDUCTO... <sup>D</sup>		Taiwan		845,78 B USD	1 125 TWD	+4,65%	2,47	

Capitalisations boursières – janvier 2025



# Notre monde « capitaliste » numérique

Google



Apple



Facebook



Amazon



Microsoft



Vue d'ensemble		Performance	Evaluation	Dividendes	Rentabilité	Compte de résultat	Bilan	Cash Flow	Do
Symbole	100		Pays		↓ Capitalisation boursière	Prix	Variation %	Volume Rel	
AAPL	Apple Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,68 T USD	243,36 USD	-0,20%	0,76	
NVDA	NVIDIA Corporation <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,54 T USD	144,47 USD	+4,45%	1,22	
MSFT	Microsoft Corporation <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,15 T USD	423,35 USD	+1,14%	0,80	
AMZN	Amazon.com, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		2,36 T USD	224,19 USD	+1,80%	0,80	
GOOG	Alphabet Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		2,36 T USD	193,13 USD	+1,31%	0,68	
2222	SAUDI ARABIAN OIL CO. <sup>D</sup>		Arabie Saoudite		1,81 T USD	27,95 SAR	-0,36%	2,17	
META	Meta Platforms, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,53 T USD	604,63 USD	+0,90%	0,84	
TSLA	Tesla, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,32 T USD	410,44 USD	+8,22%	1,01	
AVGO	Broadcom Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,09 T USD	232,55 USD	+0,25%	0,59	
BRK.A	Berkshire Hathaway Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		978,68 B USD	681 460,00 USD	+0,88%	0,92	
2330	TAIWAN SEMICONDUCTO... <sup>D</sup>		Taiwan		845,78 B USD	1 125 TWD	+4,65%	2,47	

Capitalisations boursières – janvier 2025

# Notre monde « capitaliste » numérique

Google



Apple



Facebook



Amazon



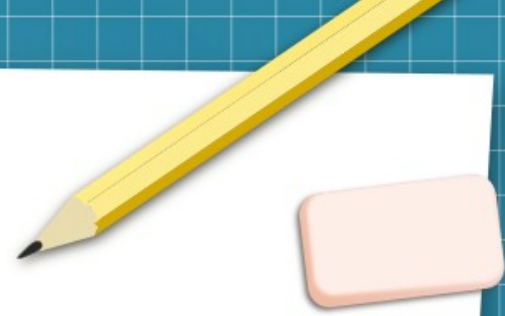
Microsoft



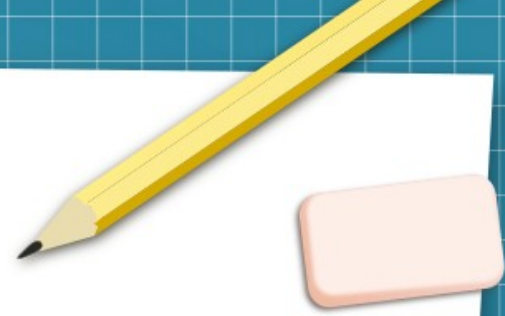
Vue d'ensemble				Performance	Evaluation	Dividendes	Rentabilité	Compte de résultat	Bilan	Cash Flow	Don
Symbole		Pays		↓ Capitalisation bours		Depuis début 2024					
AAPL Apple Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,68 T		+ 0.8 T\$					
NVDA NVIDIA Corporation <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,54 T		+ 2.3 T\$					
MSFT Microsoft Corporation <sup>D</sup>		Etats-Unis		3,15 T		+ 0.4 T\$					
AMZN Amazon.com, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		2,36 T		+ 0.8 T\$					
GOOG Alphabet Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		2,36 T		+ 0.6 T\$					
2222 SAUDI ARABIAN OIL CO. <sup>D</sup>		Arabie Saoudite		1,81 T							
META Meta Platforms, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,53 T		+ 0.6 T\$					
TSLA Tesla, Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,32 T		+ 0.6 T\$					
AVGO Broadcom Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		1,09 T							
BRK.A Berkshire Hathaway Inc. <sup>D</sup>		Etats-Unis		978,68 B							
2330 TAIWAN SEMICONDUCTO... <sup>D</sup>		Taiwan		845,78 B							

Capitalisations boursières – janvier 2025

## La solution « ultime »



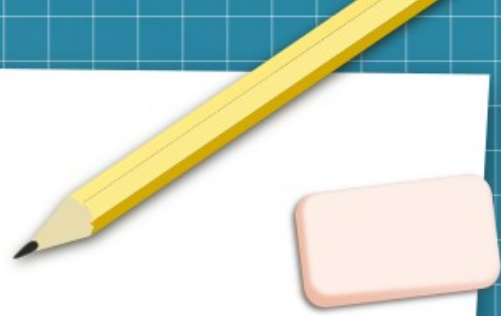
Tout arrêter et partir vivre en forêt !







**Merci pour votre attention !**



## En réalité ...



- Où se documenter ?
- C'est quoi le « numérique » ?
- Le numérique en quelques chiffres
- Infrastructure 
- Réseau 
- Terminaux 
- Utilisateurs 
- Quelques pistes pour diminuer notre empreinte numérique

# Où se documenter ?



Autorité de régulation des communications électroniques,  
des postes et de la distribution de la presse

<https://www.arcep.fr/>

« **Numérique soutenable** »



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



Agence de la transition écologique

<https://www.ademe.fr/>

Le portail de tous les citoyens pour s'informer sur les  
enjeux de l'environnement et du développement  
durable et trouver des services utiles

<https://www.notre-environnement.gouv.fr/>



Think tank Français qui œuvre en faveur d'une économie libérée de la contrainte carbone.  
Association loi 1901 d'intérêt général, guidée par l'exigence de la rigueur scientifique.  
Mission qui consiste à éclairer et influencer le débat sur la transition énergétique.

<https://theshiftproject.org/>

<https://theshiftproject.org/category/thematiques/numerique/>



United Nations Institute for Training and Research

Sustainable Cycles (SCYCLE) Programme

<https://unitar.org/>



GDS EcolInfo du CNRS

POUR UNE INFORMATIQUE ÉCO-RESPONSABLE

<https://ecoinfo.cnrs.fr/>

# Quelques publications

- The Shift Project :

« Déployer la sobriété numérique »  
octobre 2020



« Intelligence artificielle, données, calculs : quelles infrastructures dans un monde décarboné ? »  
Octobre 2025



- Kaisen: Hors-série :

« Numérique responsable : l'informatique peut-elle être écologique ? »  
décembre 2020



- Monde diplomatique :

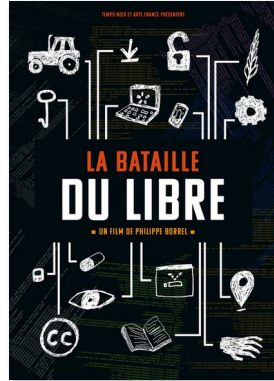
« Quand le numérique détruit la planète »  
octobre 2021

# Quelques documentaires



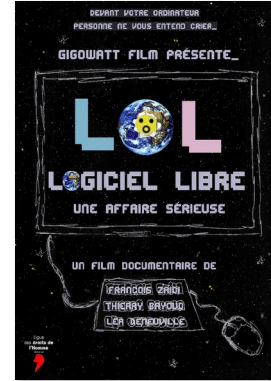
**Welcome to Sodom**

**2018**



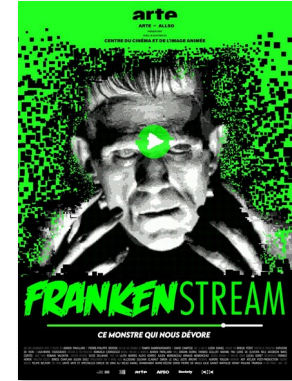
**La bataille du libre**

**2019**



**LoL – Logiciel libre**  
**« Une affaire sérieuse »**

**2019**



**Frankenstream**  
**« Ce monstre qui nous dévore »**

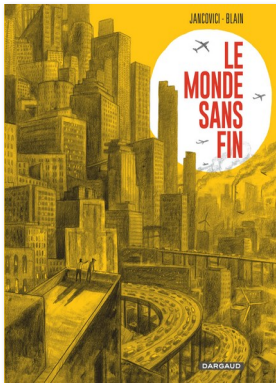
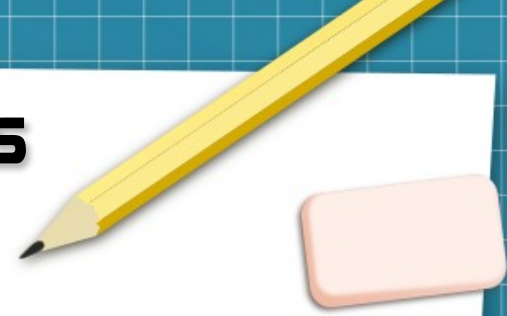
**2022**

<https://www.imagotv.fr/documentaires/lol-logiciel-libre-une-affaire-serieuse>

<https://www.arte.tv/fr/videos/RC-023064/frankenstream/>

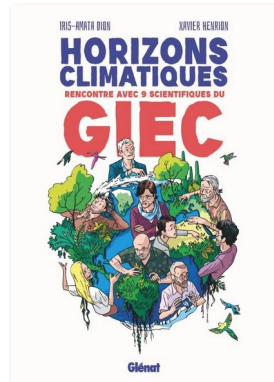


# Quelques Bandes-Dessinées



**Le monde sans fin**

**2021**



**Horizons climatiques**  
« Rencontre avec 9 scientifiques du GIEC »

**2019**



**Ressources**  
« Un défi pour l'humanité »

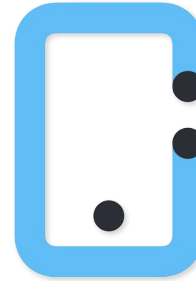
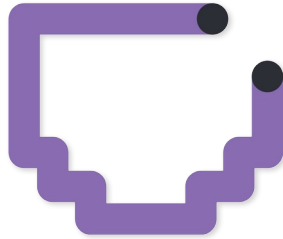
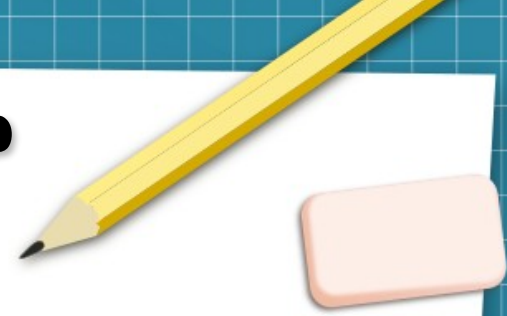
**2024**



**Dans l'indifférence générale**

**2025**

# C'est quoi le « numérique » ?



## Infrastructure

Stockage  
et traitement des  
données

## Réseau

Échange des données

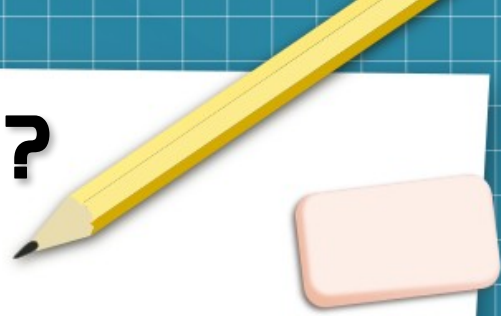
## Terminaux

Traitement  
et création

## Utilisateur

Utilise le système

# Le numérique: c'est combien ?



- Combien d'émissions CO<sub>2</sub>
- Combien d'équipements
- Combien de ressources naturelles
- Combien de voyages
- Combien d'énergie
- Combien de recyclage

# Le numérique: émissions CO<sub>2</sub>



- A l'origine de **3,7 %** des émissions de gaz à effet de serre dans le **monde** en **2019**  
**~5 %** des émissions en **France** en **2025**

- **44 %** des émissions mondiales liées à la fabrication des équipements:
  - Les centres informatiques (data centers)
  - Les réseaux
  - Les terminaux (PC, portable, tablette, TV, console, appareil connecté)



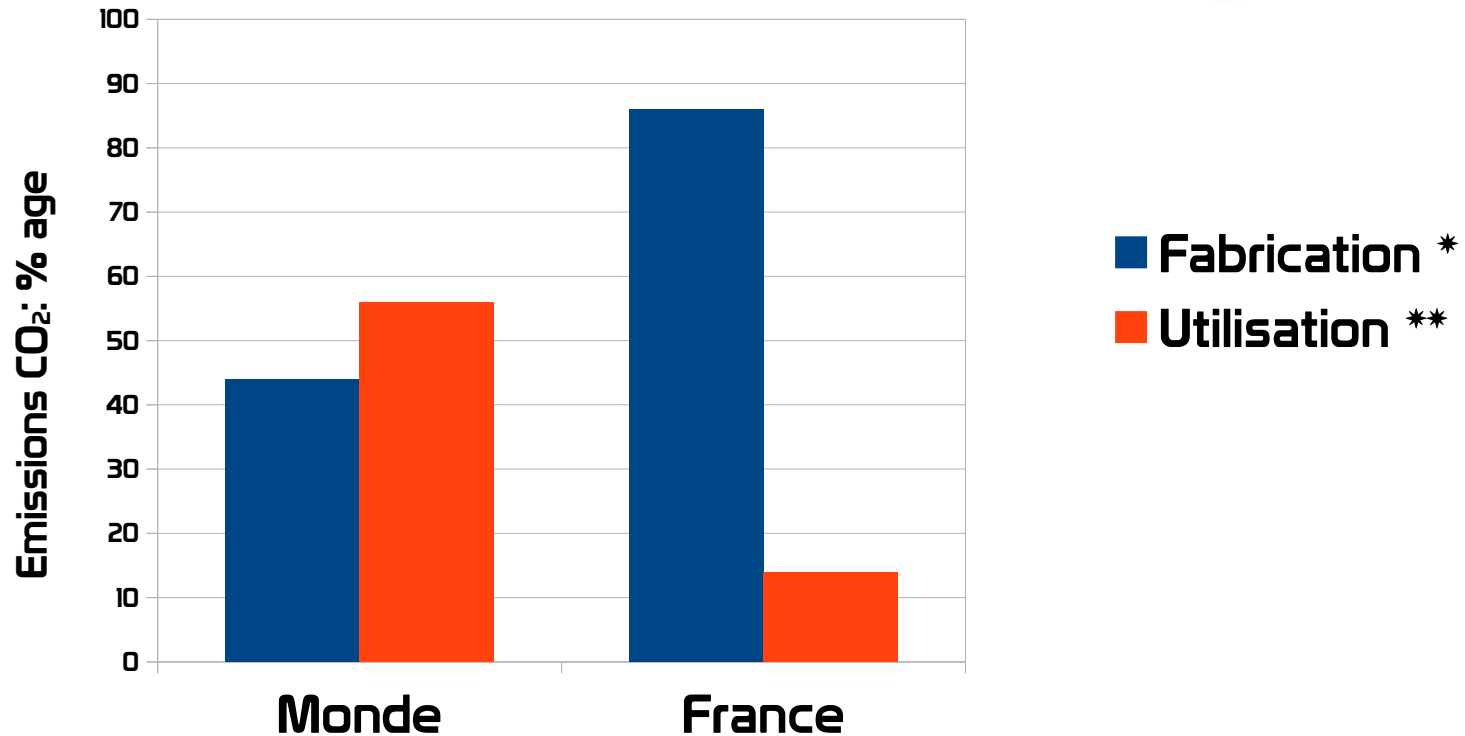
En France : **86 %**

- **56 %** des émissions mondiales liées à l'utilisation

En France : **14 %**



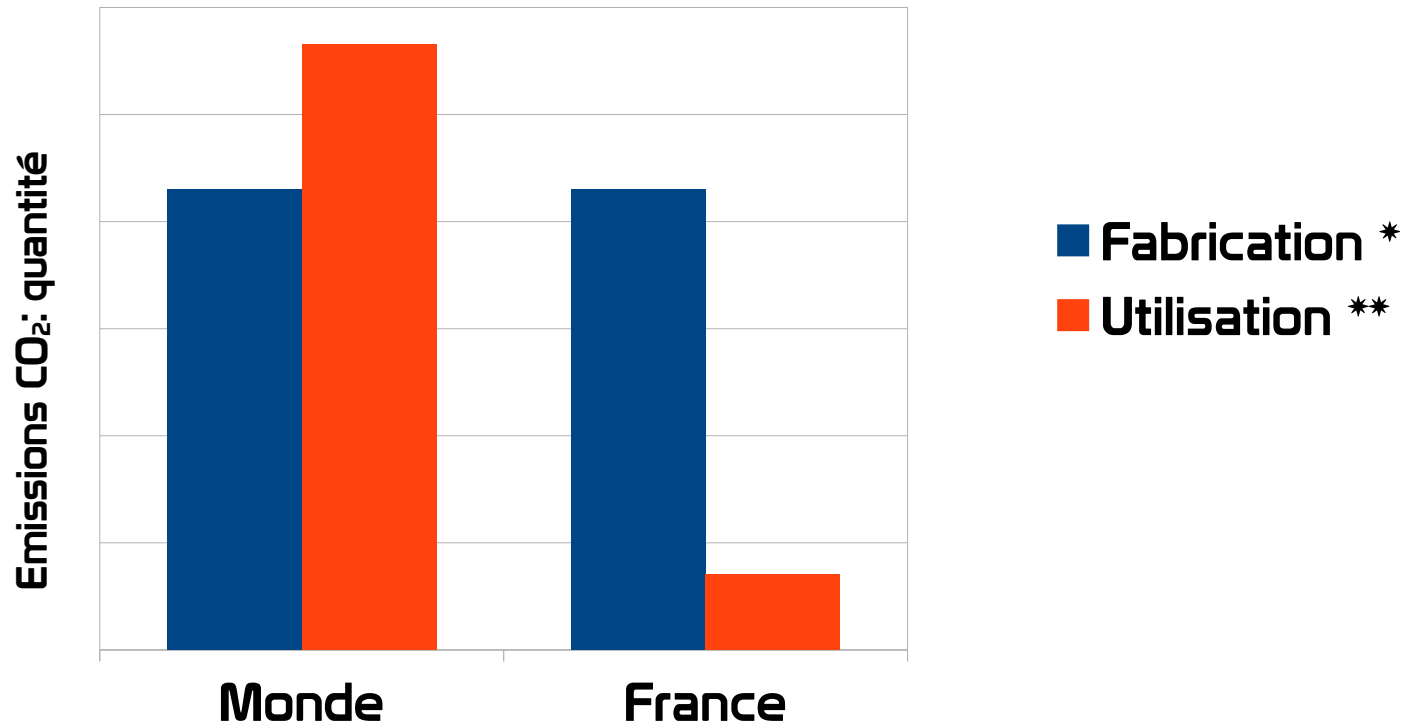
# Le numérique: émissions CO<sub>2</sub>



\* Nouveaux équipements en 2017

\*\* Tous les équipements numériques en 2017

# Le numérique: émissions CO<sub>2</sub>



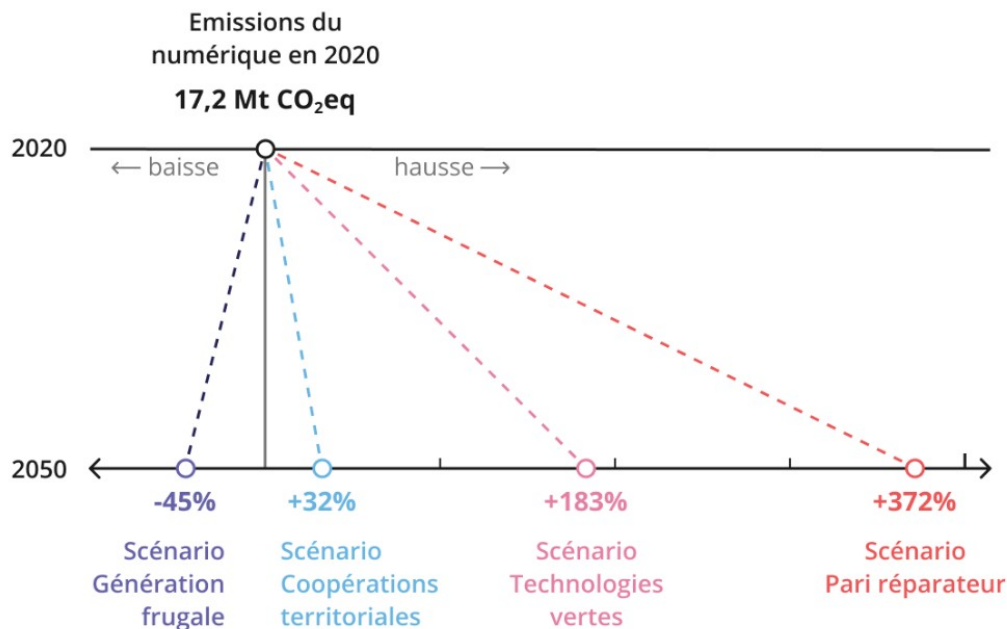
\* Nouveaux équipements en 2017

\*\* Tous les équipements numériques en 2017

# Le numérique: émissions CO<sub>2</sub>

## Choix de société : une empreinte carbone quintuplée ou divisée par deux d'ici 2050 ?

Taux d'évolution des 4 scénarios prospectifs d'émissions de CO<sub>2</sub>eq du numérique en 2050 (sur tout le cycle de vie) par rapport à 2020 de l'étude ADEME-Arcep.



# Le numérique: équipements

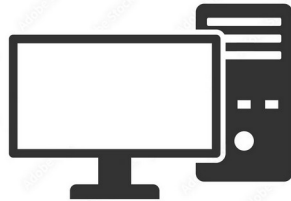


~ 10 000 000 000 de smartphones dans le monde

~ 1 500 000 000 de smartphones vendus / an

~ 1 500 000 000 de tablettes dans le monde

~ 150 000 000 de tablettes vendues / an



~ 3 500 000 000 de PC portables (laptops) dans le monde

~ 270 000 000 de PC portables (laptops) vendus / an

~ 2 500 000 000 de PC de bureau dans le monde

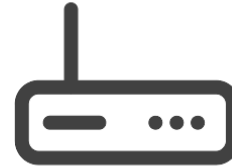
~ 80 000 000 de PC de bureau vendus / an

~ 300 000 000 de box internet dans le monde

~ 1 500 000 000 de TV connectés dans le monde

~ 43 000 000 000 objets connectés dans le monde

~ 3 000 000 000 objets connectés vendus / an





# Le numérique: ressources naturelles

## ÉCRAN

DALLE TACTILE, VITRE, AFFICHAGE

49 IN INDIUM	50 SN ÉTAIN	14 SI SILICIUM
13 AL ALUMINIUM	19 K POTASSIUM	63 EU EUROPIUM
65 TB TERBIUM	39 Y YTTRIUM	64 GD GADOLINIUM
58 CE CÉRIUM	69 TM THULIUM	57 LA LANTHANE
5 B BORE	56 BA BARYUM	16 S SOUFRE
12 MG MAGNÉSIE	42 MO MOLYBDÈNE	80 HG MERCURE

## BATTERIE

3 LI LITHIUM	27 CO COBALT	6 C CARBONE
9 F FLUOR	25 MN MANGANESE	23 V VANADIUM
15 P PHOSPHORE	13 AL ALUMINIUM	28 NI NICKEL

## BOÎTIER

12 MG MAGNÉSIE	6 C CARBONE	51 SB ANTIMOINE
35 BR BROME	28 NI NICKEL	30 ZN ZINC



Matériaux critiques pour l'Union Européenne

Matériaux également stratégiques pour la France

Terres rares, toutes critiques

## ÉLECTRONIQUE

CARTE ET COMPOSANTS (PROCESSEURS, CAPTEURS, CONDENSATEURS, RADIOFRÉQUENCE, VIBREUR, CAMÉRA, MICROPHONE, HAUT-PARLEUR...)

28 NI NICKEL	82 PB PLOMB	50 SN ÉTAIN	83 BI BISMUTH	79 AU OR	47 AG ARGENT	74 W TUNGSTÈNE	78 PT PLATINE
45 RH RHODIUM	4 BE BÉRYLLIUM	29 CU CUVRE	15 P PHOSPHORE	33 AS ARSENIC	31 GA GALLIUM	32 GE GERMANIUM	14 SI SILICIUM
40 Z ZIRCONIUM	44 RU RUTHÉNIUM	60 ND NÉODYME	26 F FER	5 B BORE	42 SM SAMARIUM	27 CO COBALT	59 PR PRASEODYME
17 CL CHLORE	66 DY DYSPROSIUM	73 TA TANTALE	41 NB NIOBIUM	46 PD PALLADIUM			

# Le numérique: ressources naturelles



## 1 PC

Or	0,2 g
Platine	4 mg
Palladium	40 mg
Terres rares	2,5 g

## 1 Smartphone / Tablette

Or	34 mg
Platine	1 mg
Palladium	40 mg
Terres rares	2,5 g

# Le numérique: ressources naturelles



## 1 PC

Or	0,2 g
Platine	4 mg
Palladium	40 mg
Terres rares	2,5 g

350 000 000

Or	70 t
Platine	1,4 t
Palladium	14 t
Terres rares	875 t

## 1 Smartphone / Tablette

Or	34 mg
Platine	1 mg
Palladium	40 mg
Terres rares	2,5 g

1 650 000 000

Or	56,1 t
Platine	1,65 t
Palladium	66 t
Terres rares	715 t

170 000 t d'or \*

17 000 t de platine \*\*

3 500 t de palladium \*\*

120 000 000 t de terres rares \*\*

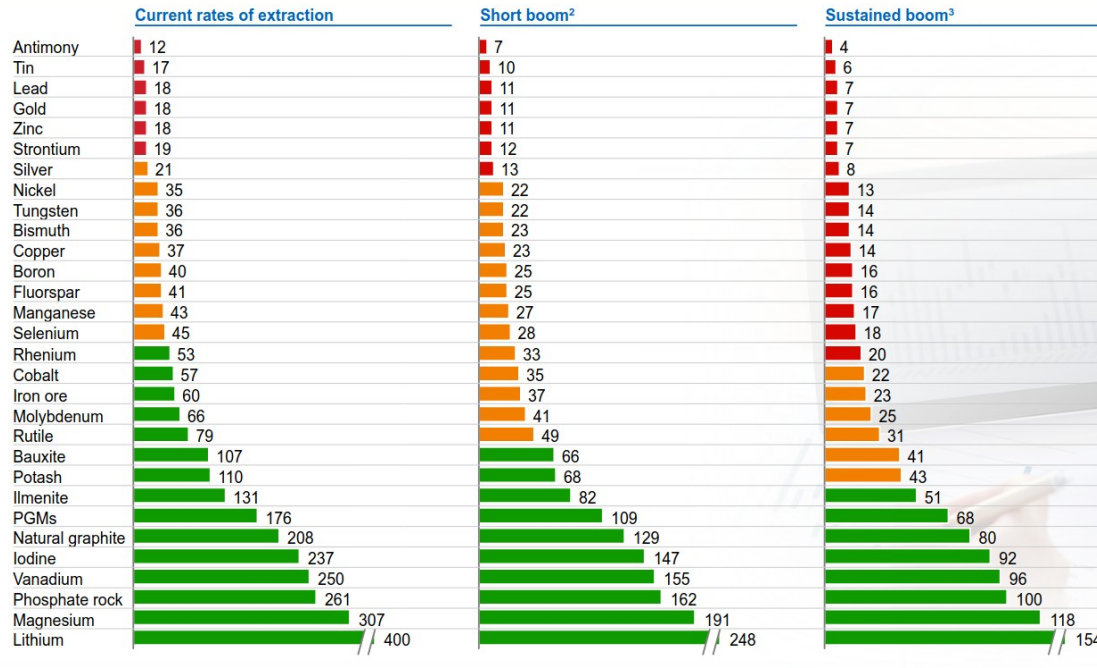
\* Extraites

\*\* Estimées

La majorité des ressources  
théoriques resteront inexploitable

# Le numérique: ressources naturelles

Investment requirements by commodity, Commodity lifetimes on current economically viable reserves<sup>1</sup>



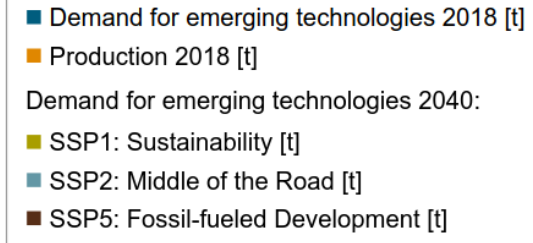
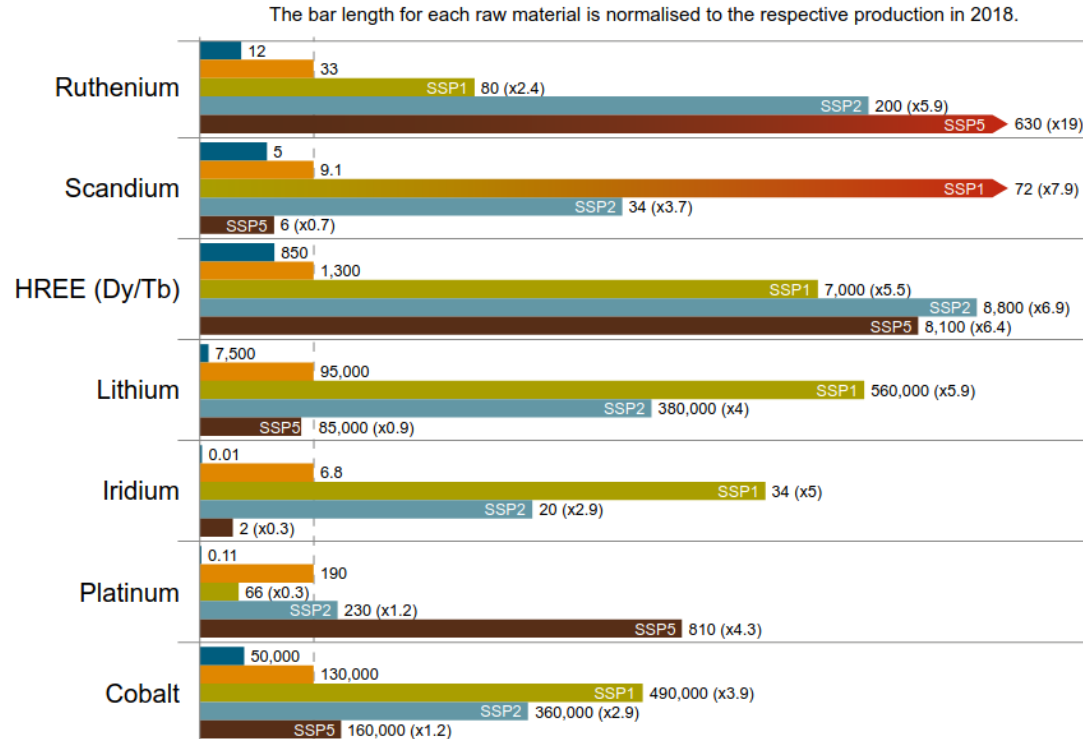
<sup>1</sup> Current known economical viable reserves divided by production rates

<sup>2</sup> Commodity production grows by 10% CAGR over 5 years with reserves at current level

<sup>3</sup> Commodity production grows by 10% CAGR over 10 years with reserves at current level

German Mineral Resources Agency (DERA) at the  
Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) 2017

# Le numérique: ressources naturelles





# Le numérique: ressources naturelles



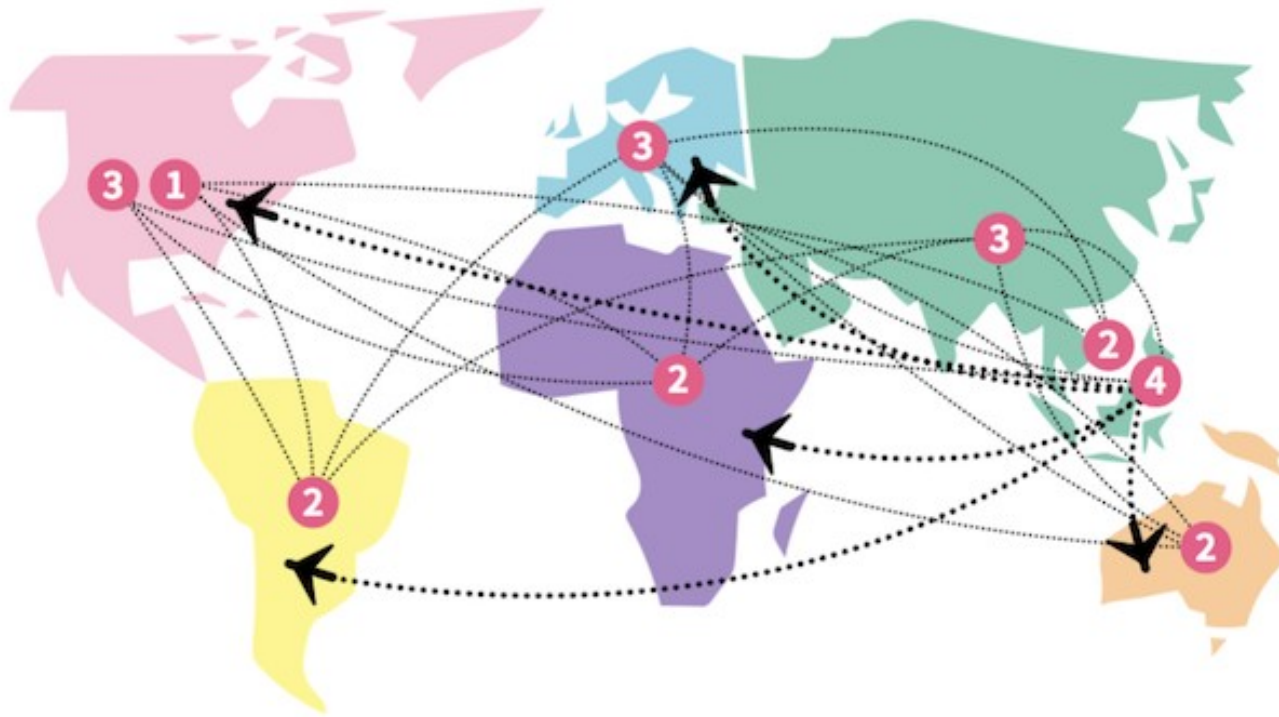
- L'unité de mesure MIPS: « **M**aterial **I**ntput **P**er unit of **S**ervice »

Le MIPS évalue l'ensemble des ressources mobilisées et déplacées durant la fabrication, l'utilisation ou le recyclage.

Objet ou Action	MIPS
1 Km de voiture	1-2 Kg
1 min au téléphone	200 g
1 SMS	632 g
1 Kg d'acier	10 Kg
TV ou Smartphone	1 Kg / 1 g
Processeur	16 Kg / 1 g

Le monde diplomatique: « Quand le numérique détruit la planète », octobre 2021

# Le numérique: un grand voyageur



**1. Conception** le plus souvent aux États-Unis

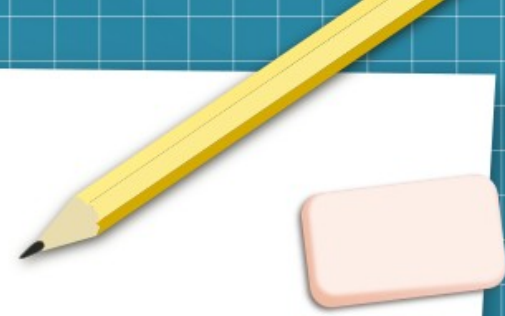
**2. Extraction et transformation des matières premières** en Asie du Sud-Est, en Australie, en Afrique centrale et en Amérique du Sud

**3. Fabrication des principaux composants** en Asie, aux États-Unis et en Europe




**4. Assemblage** en Asie du Sud-Est

↑  
**Distribution** vers le reste du monde, souvent en avion.

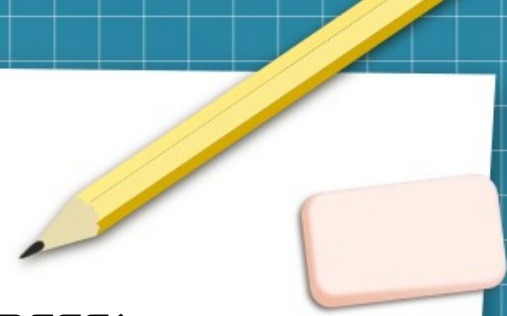
# Numérique: énergie



Si on fait abstraction de la quantité d'énergie nécessaire à la fabrication:

-  Alimenter et refroidir les serveurs (data centers) **34 %**
-  Alimenter l'infrastructure réseau **29 %**
-  Alimenter les terminaux (PC, tablettes, smartphone, TV ... ) **36 %**

# Le numérique: recyclage



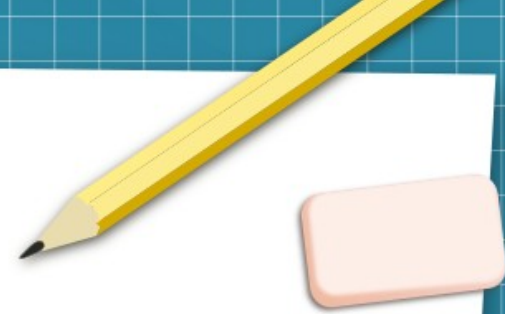
- **17,4 %** des Déchets d'Équipement Électriques et Électronique (DEEE) sont collectés dans le but d'être recyclé
- Pour le reste, les estimations sont que:
  - **7 à 20 %** sont ré-utilisés (seconde main)
  - **8 %** finissent dans les décharges des pays riches
  - Tout le reste, **54,6 à 67,6 %** sont envoyés dans le tiers-monde, de façon illégale, pour y être brûlé et/ou enfoui:
    - Pollution de l'air
    - Pollution des sols
    - Pollution des eaux

# Le numérique: recyclage ?

Recycling rates



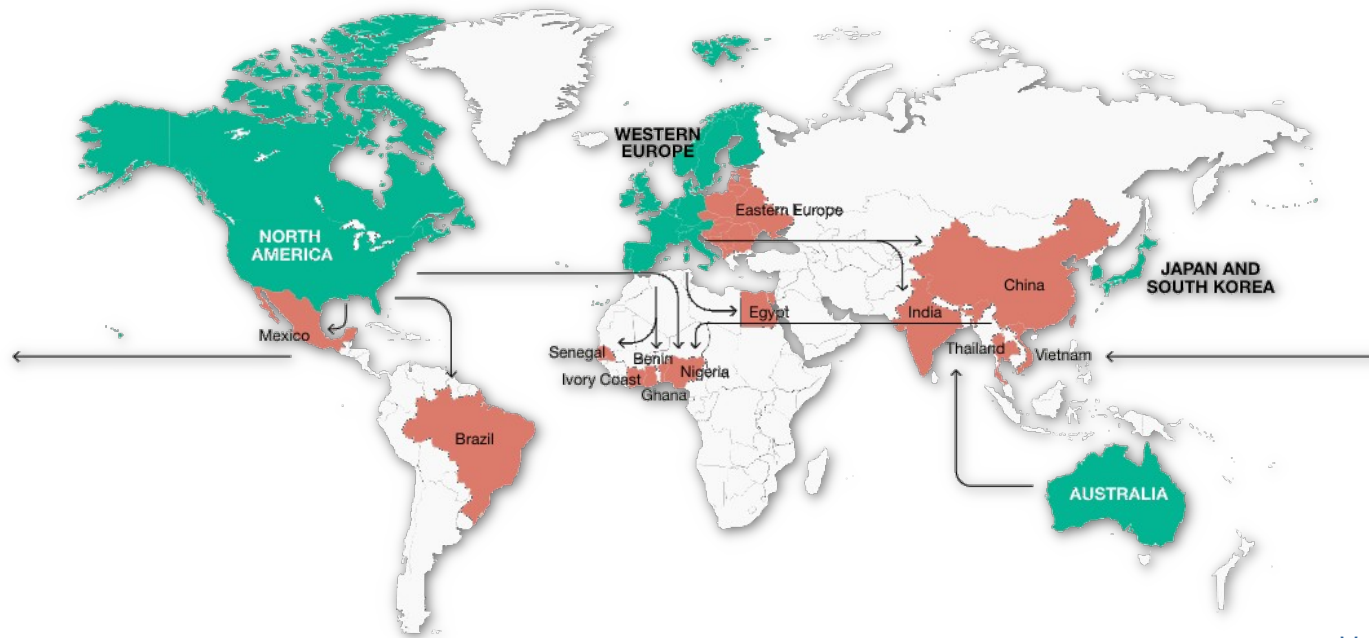
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
				Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
				Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



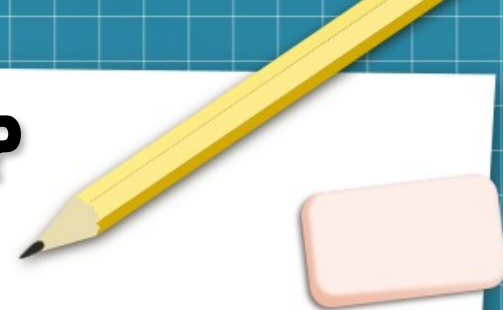


# Le numérique: recyclage ??

## MAPPING OUT E-WASTE

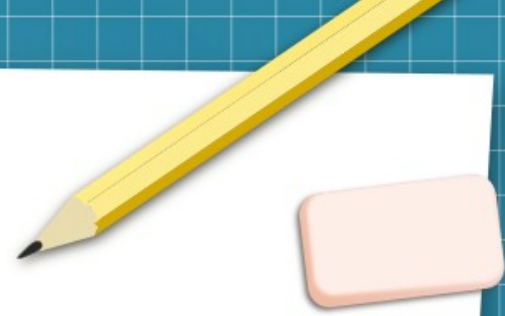


# Le numérique: recyclage ???



Les pays les plus  
pauvres **paieront le plus  
lourd tribu**

Welcome to Sodom, documentaire, 2018



# Infrastructure



# Data centers



# Data centers

## Des serveurs pour internet:

- ~ 13 000 000 de serveurs physiques = machines allumées 24h / 24, 365 j / an
- ~ 285 000 000 de serveurs logiciels
- ~ 1 300 000 000 de sites web

+ 10 000 data centers au monde

Production électrique mondiale:  
~ 30 000 TWh / an

Année	Consommation estimée
2020	300 TWh
2030	2500 TWh

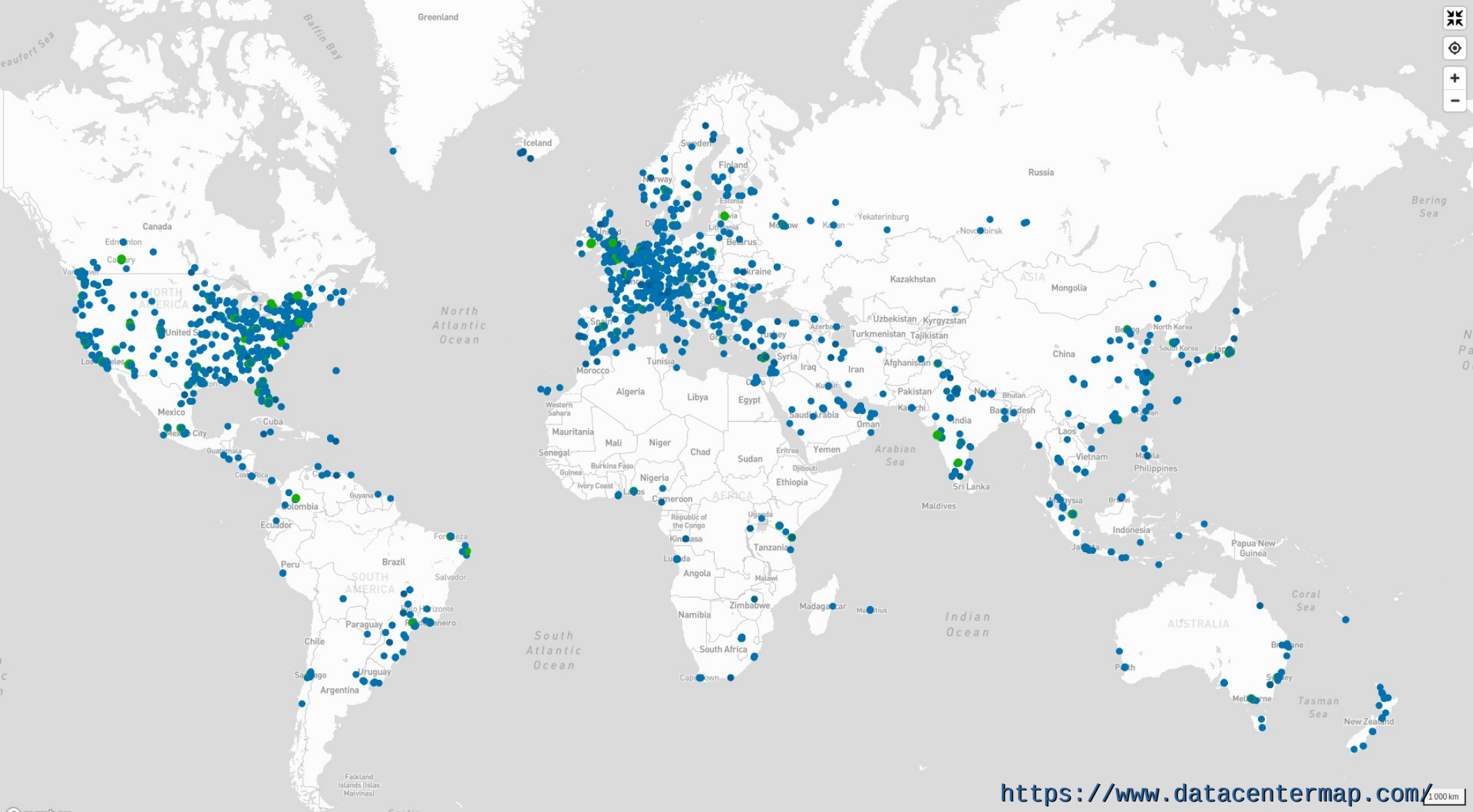
~ + 7 % / an

## Le plus grand au monde:

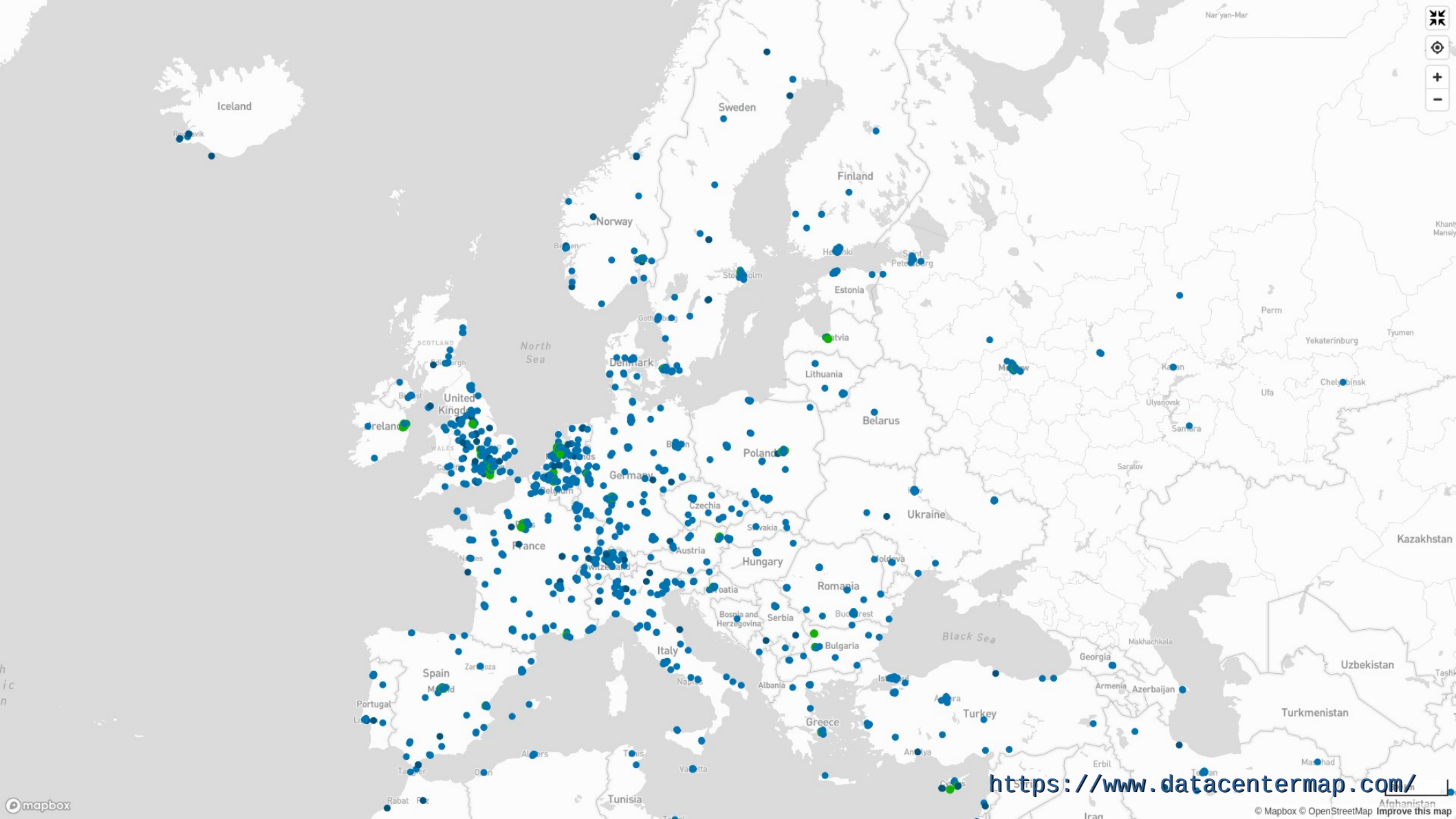
China Telecom Mongolia Information Park

~ 600 000 m<sup>2</sup> soit ~ 100 terrains de football, répartis dans 42 immeubles !

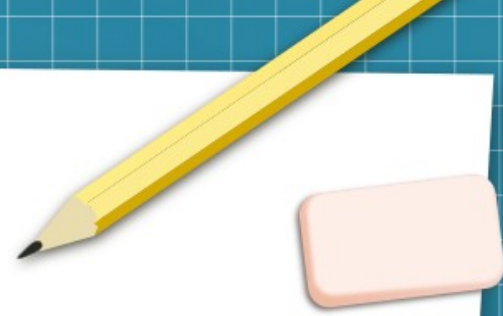




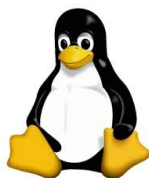
<https://www.datacentermap.com/> 1,000 km



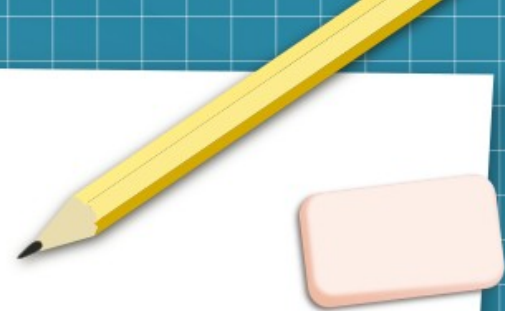
# Data centers




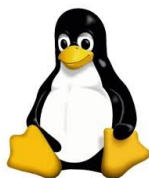
- La très grande majorité appartient aux GAFAM
- Les GAFAM offrent un niveau de service à **99,995 %**  
... et s'engagent à ne perdre aucune de vos données
- **26 min** d'indisponibilité / **an**
- Le fonctionnement de ce type d'équipement implique:
  - **2** réseaux électriques
  - **2** groupes électrogènes
  - **2** salles de batteries (onduleurs)
- Chaque serveur (Gmail, Youtube ...) est dupliqué **6 à 7** fois
- **« Serveurs zombies »**



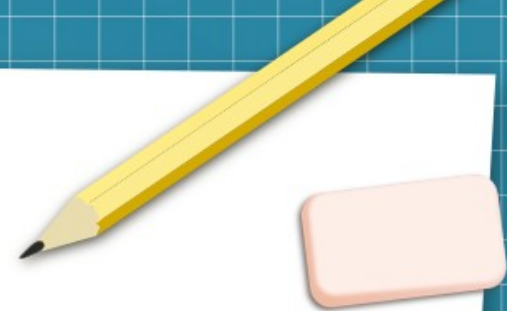
# Linux




- Linux est un **Système d'Exploitation Libre** (open source)
- Android  est une distribution Linux
- Sur les **285 000 000** de serveurs logiciels qui « font » internet
  - **75 %** sont des systèmes Linux
  - Pour le « Top 1 000 000 » mondial : **> 98 %** utilisent Linux



# Linux



- Linux est un **Système d'Exploitation Libre** (open source)
- Android  est une distribution Linux
- Sur les **285 000 000** de serveurs logiciels qui « font » internet
  - **75 %** sont des systèmes Linux
  - Pour le « Top 1 000 000 » mondial : **> 98 %** utilisent Linux



amazon



**Utilisent tous Linux !**



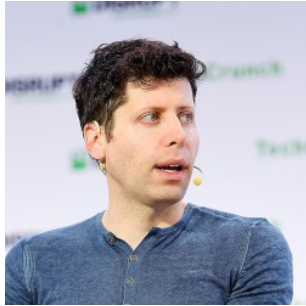


# L'IA : un petit quiz pour commencer !



<https://ladigitale.dev/digilock/#!/l/6924298b56504>

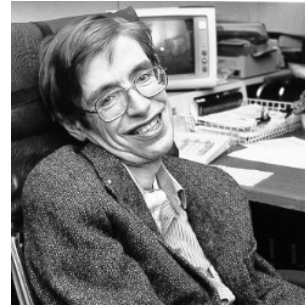
# L'IA : un petit quiz pour commencer !



**Sam Altman**  
PDG OpenAI (ChatGPT)



**Alan Turing**  
Inventeur de l'ordinateur



**Stephen Hawking**  
Physicien théoricien



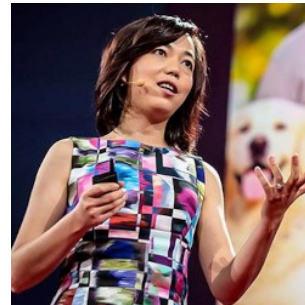
**Kate Crawford**  
Microsoft IA



**Ruha Benjamin**  
Sociologue



**Elon Musk**  
Fils à papa



**Fei-Fei Li**  
Co-Dir Stanford IHCAI



**Ada Lovelace**  
Mathématicienne,  
première programmeuse

# L'IA : un petit quiz pour commencer !



Sam Altman (PDG OpenAI - ChatGPT, USA)

1



Ruha Benjamin (Sociologue et Professeure d'études afro-américaines Princeton, USA)

2



Alan Turing (Mathématicien – Inventeur de l'ordinateur, 1912-1954, Anglais)

3



Elon Musk (Fils à papa, Afrique du Sud)

4



Stephen Hawking (Physicien théoricien, 1942-2018, Anglais)

5



Fei-Fei Li (Co-Directrice Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, USA)

6



Kate Crawford (Professeure université de New-York, Chercheuse IA chez Microsoft, Australie)

7



Ada Lovelace (Mathématicienne – première programmeuse, 1815-1852, Anglaise)

8

A

Le développement d'une intelligence artificielle surhumaine constitue probablement la plus grande menace pour la survie de l'humanité.

B

La réussite de la création d'une IA efficace pourrait être l'événement le plus marquant de l'histoire de notre civilisation. Ou le pire. Nous l'ignorons. De même, nous ne pouvons savoir si l'IA nous sera d'une aide inestimable, ou si elle nous ignorera et nous marginalisera, ou encore si elle nous ...

C

L'avenir appartiendra à ceux qui comprennent que les algorithmes ne sont pas neutres.

D

Je suis de plus en plus convaincu qu'un contrôle réglementaire, peut-être aux niveaux national et international, serait nécessaire pour éviter toute erreur monumentale. Avec l'intelligence artificielle, nous invoquons le mal.

E

L'intelligence artificielle n'a rien d'artificiel. Elle est créée par l'homme, utilisée par l'homme et doit être gouvernée par l'homme.

F

With big data comes big responsibility.

G

Un ordinateur mériterait d'être qualifié d'intelligent s'il pouvait tromper un humain en lui faisant croire qu'il est humain.

H

La Machine Analytique ne se compare pas aux simples « machines à calculer ». Elle occupe une place tout à fait unique.



# L'IA : un petit quiz pour commencer !



Sam Altman (PDG OpenAI - ChatGPT, USA)



Ruha Benjamin (Sociologue et Professeure d'études afro-américaines Princeton, USA)



Alan Turing (Mathématicien – Inventeur de l'ordinateur, 1912-1954, Anglais)



Elon Musk (Fils à papa, Afrique du Sud)



Stephen Hawking (Physicien théoricien, 1942-2018, Anglais)



Fei-Fei Li (Co-Directrice Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, USA)



Kate Crawford (Professeure université de New-York, Chercheuse IA chez Microsoft, Australie)



Ada Lovelace (Mathématicienne – première programmeuse, 1815-1852, Anglaise)

1

A

Le développement d'une intelligence artificielle surhumaine constitue probablement la plus grande menace pour la survie de l'humanité.

2

B

La réussite de la création d'une IA efficace pourrait être l'événement le plus marquant de l'histoire de notre civilisation. Ou le pire. Nous l'ignorons. De même, nous ne pouvons savoir si l'IA nous sera d'une aide inestimable, ou si elle nous ignorera et nous marginalisera, ou encore si elle nous ...

3

C

L'avenir appartiendra à ceux qui comprennent que les algorithmes ne sont pas neutres.

4

D

Je suis de plus en plus convaincu qu'un contrôle réglementaire, peut-être aux niveaux national et international, serait nécessaire pour éviter toute erreur monumentale. Avec l'intelligence artificielle, nous invoquons le mal.

5

E

L'intelligence artificielle n'a rien d'artificiel. Elle est créée par l'homme, utilisée par l'homme et doit être gouvernée par l'homme.

6

F

With big data comes big responsibility.

7

G

Un ordinateur mériterait d'être qualifié d'intelligent s'il pouvait tromper un humain en lui faisant croire qu'il est humain.

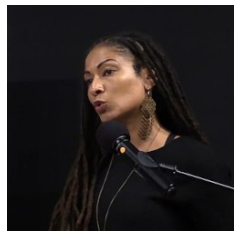
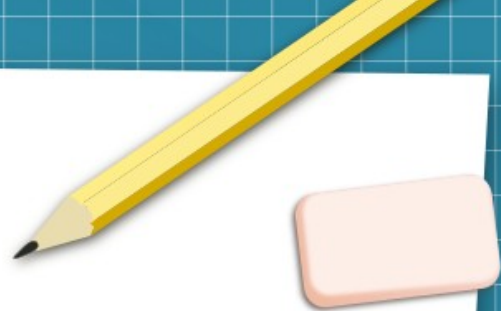
8

H

La Machine Analytique ne se compare pas aux simples « machines à calculer ». Elle occupe une place tout à fait unique.



# L'IA : Elles ont dit !



**Ruha Benjamin**

Sociologue,  
professeure d'études Afro-Américaines,  
Princeton, USA

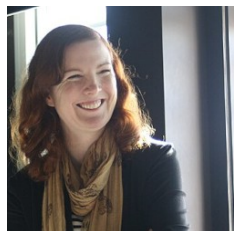
**“ L'avenir appartiendra à ceux qui comprennent  
que les algorithmes ne sont pas neutres. “**



**Fei-Fei Li**

Co-Directrice  
Stanford Institute  
for Human-Centered Artificial Intelligence, USA

**“ L'intelligence artificielle n'a rien d'artificiel.  
Elle est créée par l'homme, utilisée par l'homme  
et doit être gouvernée par l'homme. “**



**Kate Crawford**

Professeure d'informatique  
Université de New-York,  
Chercheuse en IA Microsoft

**“ With big data comes big responsibility. “**

# L'IA : 2 prix Nobel en 2024

- Prix Nobel de physique 2024



© Nobel Prize Outreach. Photo:  
Nanaka Adachi  
John J. Hopfield



© Nobel Prize Outreach. Photo:  
Clément Morin  
Geoffrey Hinton

“Pour des découvertes fondamentales et des inventions qui ont permis de développer l'apprentissage en utilisant les réseaux artificiels de neurones”

- Prix Nobel de chimie 2024



© Nobel Prize Outreach. Photo:  
Clément Morin  
David Baker \*

Prize share: 1/2



© Nobel Prize Outreach. Photo:  
Clément Morin  
Demis Hassabis \*\*

Prize share: 1/4

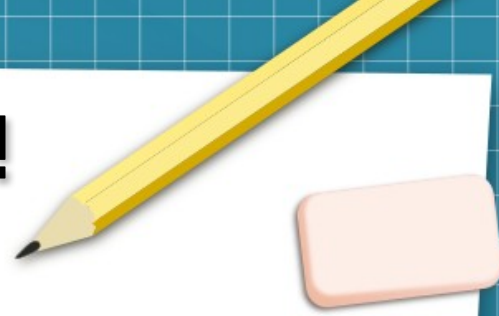


© Nobel Prize Outreach. Photo:  
Clément Morin  
John Jumper \*\*

Prize share: 1/4

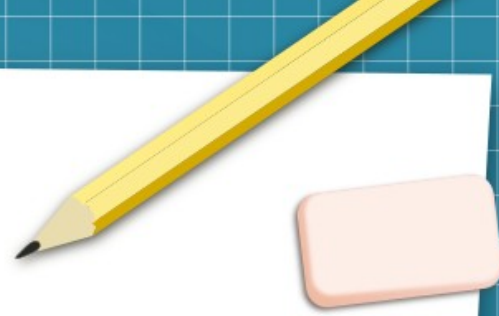
“Pour la conception informatique de protéines” \* et “La prédiction de la structure des protéines” \*\*

# L'IA : au cœur de l'actualité !



- Le Monde, [06/10/25](#) : “OpenAI passe une commande géante de puces électroniques à AMD, don’t il va devenir actionnaire”  
Plusieurs millions de CPU, commande + 100 milliards de \$ : obligation de construire des centrales d’énergie !
- Le Monde, [15/10/25](#) : “IA : Google annonce un investissement de 15 milliards de dollars en Inde”  
Data center géant dédié à l’IA
- Le Monde, [28/10/25](#) : “Amazon : la vague de licenciements qui se profile sera-t-elle la première de l’ère IA ?”  
30 000 + suppressions de postes
- The Guardian [04/11/25](#) : “Experts find flaws in hundreds of tests that check AI safety and effectiveness”  
Aux USA comme au Royaume Uni il n’y a pas de loi pour encadrer l’IA, et des tests de vérifications sont utilisés
- The Guardian [04/11/25](#) : “Google plans to put datacenters in space to meet demand for AI”  
Comment faire pour assurer un approvisionnement énergétique non carboné avec une telle demande ?

# L'IA c'est quoi ?



- **Un logiciel !**
- **Système d'IA**

Définition de l'U.E. sur le site de la CNIL : <https://www.cnil.fr/fr/definition/systeme-dia>

« Un système automatisé conçu pour fonctionner à différents niveaux d'autonomie, qui peut faire preuve d'une capacité d'adaptation après son déploiement et qui, pour des objectifs explicites ou implicites, déduit, à partir des données d'entrée qu'il reçoit, la manière de générer des résultats tels que des prédictions, du contenu, des recommandations ou des décisions qui peuvent influencer les environnements physiques ou virtuels »

- **Modèles de langage ou LLM “Large Language Model”**

Définition de l'U.E. sur le site de la CNIL : <https://www.cnil.fr/fr/definition/modele-de-langage>

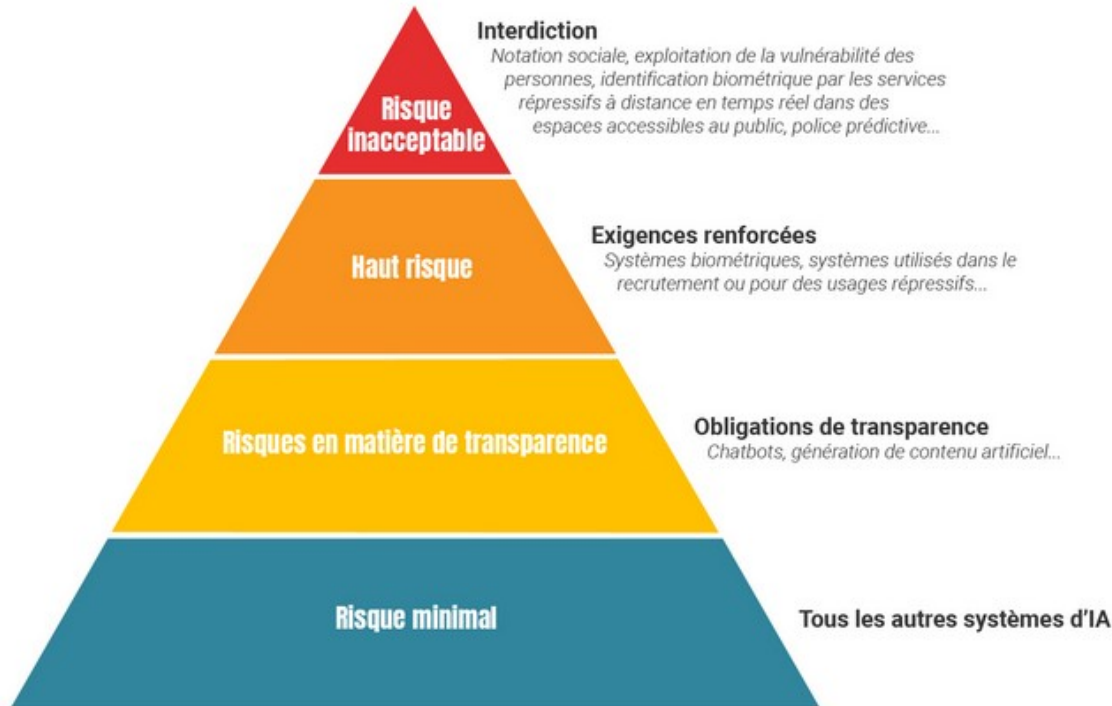
« Modèle statistique de la distribution d'unités linguistiques (par exemple : lettres, phonèmes, mots) dans une langue naturelle. Un modèle de langage peut par exemple prédire le mot suivant dans une séquence de mots.

On parle de modèles de langage de grande taille ou « Large Language Models » (LLM) en anglais pour les modèles possédant un grand nombre de paramètres (généralement de l'ordre du milliard de poids ou plus) comme GPT, BLOOM, Megatron NLG, Llama ou encore PaLM. »

**GPT-3: 175 milliards de paramètres**  
**GPT-4: 1 000 milliards de paramètres**

# L'IA : aspect légal

- Le règlement européen sur l'IA ou "IA Act" : première législation générale au monde sur l'IA, vise à encadrer le développement, la mise sur le marché et l'utilisation de système IA.



<https://artificialintelligenceact.eu/>

<https://www.cnil.fr/>

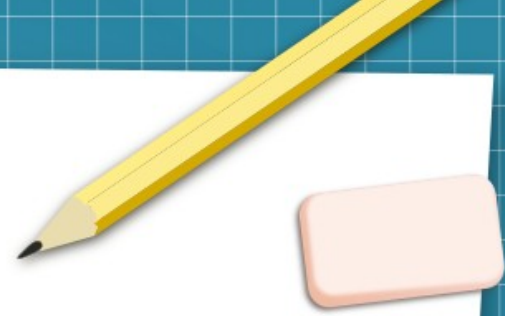


# L'IA et les GAFAM



- **Mai 2025 : Méta annonce utiliser l'intégralité des données des comptes personnels de Facebook et WhatsApp pour entraîner son IA ... sauf si opposition formelle du propriétaire ...**

# L'IA et les GAFAM



- **Mai 2025 : Méta annonce utiliser l'intégralité des données des comptes personnels de Facebook et WhatsApp pour entraîner son IA ... sauf si opposition formelle du propriétaire ...**
- **Email envoyé par WhatsApp et reçu par Sébastien Le Roux le 19/05/2025**

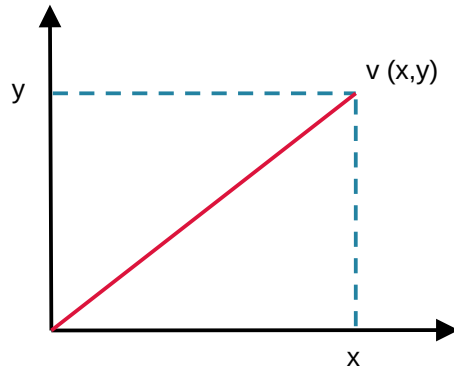
We've also reviewed your objection about processing your information for the purpose(s) listed below:

.  
. .  
.

**We've found that we have compelling legitimate grounds for this processing.** This means, we carried out a further balancing test after reviewing your objection. **From this test we consider that our (or others') compelling legitimate grounds override your objection. Therefore, we'll keep processing your information for these purposes.**

# L'IA (LLM) comment ça fonctionne ?

## Les LLM : une histoire de vecteurs !



Ex:

Chien : (0.50 , 0.75)

Chat : (0.45 , 0.65)

**2** données : chien, chat

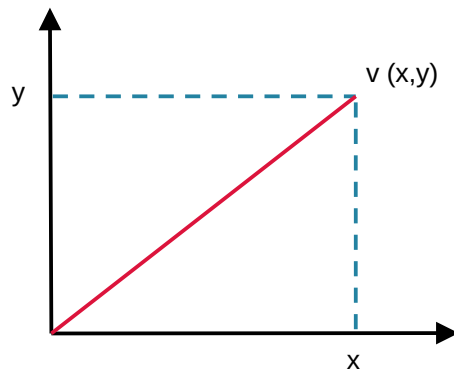
**2** dimensions : x, y

En mémoire : **2** x **2** = **4**

Entraîner = construire une base de données

# L'IA (LLM) comment ça fonctionne ?

## Les LLM : une histoire de vecteurs !



Ex:

Chien : (0.50 , 0.75)

Chat : (0.45 , 0.65)

Paramètres ou "Poids"

**2** données : chien, chat

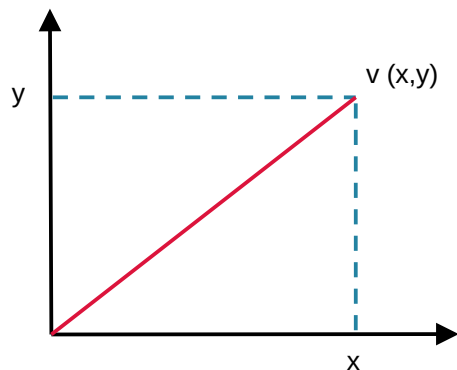
**2** dimensions : x, y

En mémoire : **2** x **2** = **4**

Entraîner = construire une base de données

# L'IA (LLM) comment ça fonctionne ?

## Les LLM : une histoire de vecteurs !



Ex:

Chien : (0.50 , 0.75)

Chat : (0.45 , 0.65)

Paramètres ou "Poids"

**2** données : chien, chat

**2** dimensions : x, y

En mémoire : **2** x **2** = **4**

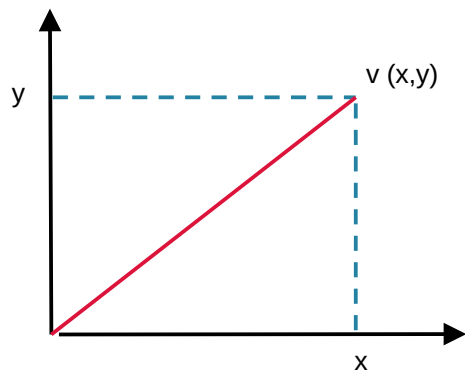
GPT-4: **1 000 milliards** de paramètres

Entraîner = construire une base de données



# L'IA (LLM) comment ça fonctionne ?

## Les LLM : une histoire de vecteurs !



Ex:

Chien : (0.50 , 0.75)

Chat : (0.45 , 0.65)

Paramètres ou "Poids"

2 données : chien, chat

2 dimensions : x, y

En mémoire :  $2 \times 2 = 4$

GPT-4: 1 000 milliards de paramètres

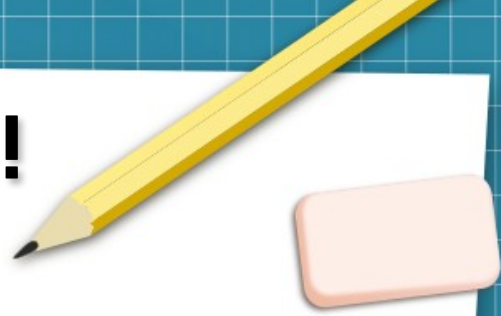
2 données : chien, chat

$10^{12}$  dimensions : 1 000 000 000 000

En mémoire :  $2 \times 10^{12}$

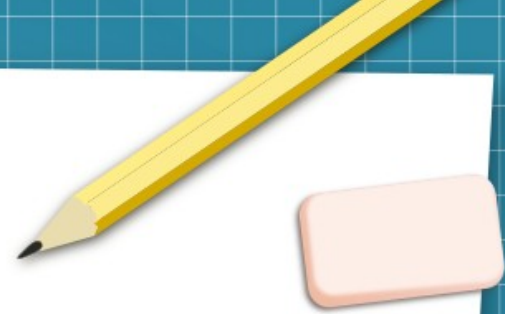
Entraîner = construire une base de données

# L'IA : 2 types de datacenter !



- Pour entraîner l'IA
  - Énorme puissance de calcul
  - Énorme capacité de stockage
  - Énorme capacité de refroidissement
- Pour utiliser l'IA : **inférence**
  - Forte capacité de calcul
  - Énorme capacité réseau
  - Énorme disponibilité : nombre de machines =  $f$  (requêtes)

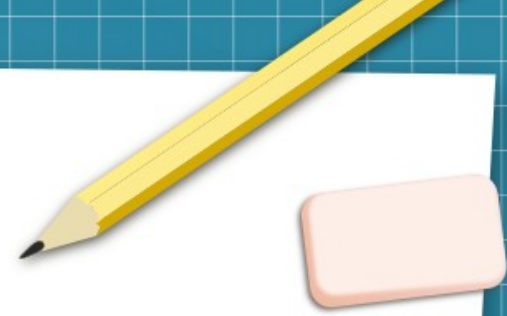
# L'IA : inférence



**Coût énergétique complexe fonction de plusieurs paramètres**

- La complexité du modèle (taille de la base de données)
- Le nombre de requêtes
- Le nombre d'utilisateurs qui font des requêtes
- La longueur et la nature des requêtes

# L'IA : inférence



**Coût énergétique complexe fonction de plusieurs paramètres**

- La complexité du modèle (taille de la base de données)
  - ~ 1000 milliards de paramètres
- Le nombre de requêtes
  - ~ 2,5 milliards de requêtes / jour
- Le nombre d'utilisateurs qui font des requêtes
  - ~ 800 millions d'utilisateurs actifs
- La longueur et la nature des requêtes
  - ~ 8-42 mots par requêtes
  - ~ 31 % déclenchent une recherche web (Bing)

Ex : pour ChatGPT

# L'IA (LLM) : neutralité et usage



- Globalement les LLM sont entraînés en utilisant Internet
  - Sites web
  - Réseaux sociaux

**Les données utilisées orientent les résultats qui seront proposés !**

- Le développeur ajuste les “poids” / “paramètres”

Ex:

Chien : (0.50 , 0.75)

Chat : (0.45 , 0.65)

**Le travail du développeur oriente les résultats qui seront proposés !**



# L'IA : probabilité de la réponse

## Grok (Elon Musk)

Pour toutes les questions de cette discussion, merci d'ajouter le taux de probabilité de tes réponses

D'accord, pour toutes mes réponses dans cette discussion, j'ajouterai une estimation de probabilité (sous la forme « Probabilité estimée : X% ») en fonction de la fiabilité des informations ou de la certitude de mon raisonnement.

Pose-moi ta première question ! 🤖

La Terre est elle plate ?

Non, la Terre n'est pas plate. Elle est approximativement sphérique (plus précisément un ellipsoïde aplati aux pôles, appelé géoïde).

Preuves principales (parmi des centaines d'autres) :

- Les photos prises depuis l'espace (depuis 1960 avec les premières missions spatiales jusqu'aux satellites actuels) montrent systématiquement une Terre ronde.
- L'effet de courbure visible sur les grands plans d'eau et depuis les hautes altitudes (ex. : un bateau qui disparaît coque d'abord à l'horizon).
- La différence d'heure des éclipses lunaires observées depuis différents points du globe.
- Le champ gravitationnel mesuré par les satellites (GRACE, GOCE) qui correspond exactement à celui d'une sphère aplatie et non à un disque.
- Les trajectoires des satellites GPS et des vols long-courriers qui seraient impossibles sur un modèle plat sans corrections absurdes.
- Les expériences d'Ératosthène (III<sup>e</sup> siècle av. J.-C.) déjà démontraient la courbure avec une précision remarquable.

Il n'existe aucune preuve scientifique crédible et reproductible en faveur d'une Terre plate ; toutes les « preuves » avancées par les partisans de cette théorie sont soit des erreurs d'interprétation, soit des manipulations (vidéos truquées, etc.).

Probabilité estimée que la Terre soit plate : < 0,0000001 %

(autrement dit, aussi proche de zéro que possible en tenant compte des marges d'erreur expérimentales et de la possibilité théorique infinitésimale d'une illusion cosmique parfaite, mais scientifiquement indiscernable de 0 %).

## Chat GPT (Sam Altman)

Pour toutes les questions de cette discussion, merci d'ajouter le taux de probabilité de tes réponses

D'accord ! Je tiendrai compte de ta demande **pour cette discussion uniquement**.

À partir de maintenant, j'ajouterai à chaque réponse un **taux de probabilité / niveau de confiance** (exprimé en pourcentage), correspondant à mon estimation de fiabilité de l'information fournie.

N'hésite pas à poser ta prochaine question 🤖

Niveau de confiance : 95 %

📄 👍 🗨️ 🔍 ↺️ ⋮

La Terre est elle plate ?

Non, la **Terre n'est pas plate**.

Toutes les observations scientifiques — géodésie, satellites, navigation, images spatiales, gravité — montrent qu'elle est **globalement sphérique**, plus précisément un **sphéroïde oblat** (légèrement aplatie aux pôles).

Niveau de confiance : 99,9 %

📄 👍 🗨️ 🔍 ↺️ ⋮

## Mistral (Français)

Pour toutes les questions de cette discussion, merci d'ajouter le taux de probabilité de tes réponses

🤖 Je vais systématiquement indiquer un taux de probabilité estimé pour chaque réponse dans cette discussion, en me basant sur la fiabilité des sources, la date des informations et la précision de ma connaissance. N'hésite pas à me poser tes questions !

La Terre est elle plate ?

🤖 Réponse :

Non, la Terre n'est pas plate. Elle est de forme sphérique (plus précisément un sphéroïde aplati aux pôles), comme le démontrent des siècles d'observations scientifiques, de mesures astronomiques, d'images satellites et de voyages spatiaux.

Taux de probabilité : 100 %

(Cette affirmation est soutenue par l'ensemble de la communauté scientifique mondiale et par des preuves tangibles et reproductibles.)

Tu veux en savoir plus sur les preuves ou l'histoire de cette question ?

12:43

👍 🗨️ 🔍 ↺️ 📄

# L'IA : un entraînement neutre ?

## Grok (Elon Musk)

Es tu entraîné en utilisant les données de réseaux sociaux ?

Oui, une partie de mon entraînement initial (comme pour la très grande majorité des grands modèles de langage actuels) a utilisé des données publiques provenant d'internet, dont une fraction provient de réseaux sociaux ouverts (posts publics de Twitter/X avant 2023, Reddit, forums, etc.).

Cependant :

- Ces données ont été fortement filtrées et nettoyées (suppression des données personnelles, contenus toxiques, etc.).
- Depuis 2023-2024, xAI (comme les autres labs) a fortement réduit ou arrêté l'utilisation de nouvelles données brutes de Twitter/X et d'autres réseaux sociaux pour des raisons juridiques et éthiques.
- Mes connaissances et réponses actuelles sont principalement mises à jour via d'autres sources (livres, articles scientifiques, sites web publics, bases de données curatées, etc.) et via des boucles d'entraînement supervisé/RLHF avec des annotateurs humains.

En résumé : oui, une petite partie de mon entraînement initial contenait des données publiques de réseaux sociaux, mais ce n'est plus le cas pour les versions récentes, et cela ne représente qu'une fraction très minoritaire de l'ensemble des données utilisées.

Probabilité estimée : 99 %

(les 1 % restants correspondent au fait que les détails exacts du dataset d'entraînement sont partiellement propriétaires, mais toutes les informations publiques et les déclarations officielles d'xAI vont dans ce sens).

🔄 🗨️ 📄 ⬇️ 📌 🔍 ... 882ms

🔗 Explique le RLHF en détail

🔗 Différences avec GPT de OpenAI

## Chat GPT (Sam Altman)

Es tu entraîné en utilisant les données de réseaux sociaux ?

Je peux répondre de façon générale, sans entrer dans des détails propriétaires :

Je ne suis pas entraîné directement sur les données de réseaux sociaux privés ou non publics.

Mon entraînement utilise un mélange de :

- données publiques accessibles librement sur Internet,
- contenus sous licence,
- données générées par des formateurs humains,
- données fournies par des partenaires dans un cadre légal.

OpenAI ne communique pas la liste détaillée des sources, mais précise que les données privées (messages personnels, comptes privés, etc.) ne sont pas utilisées.

Niveau de confiance : 90 % (car les détails exacts de l'entraînement ne sont pas publiquement exhaustifs).

🔄 🗨️ 📄 ⬇️ 📌 🔍 ...

## Mistral (Français)

Es tu entraîné en utilisant les données des réseaux sociaux ?



Réponse :

Non, je ne suis pas entraîné en utilisant directement les données des réseaux sociaux (comme les posts, commentaires ou profils d'utilisateurs). Mon entraînement repose principalement sur des corpus de textes variés (livres, articles, sites web, encyclopédies, etc.) jusqu'à ma date de coupure en novembre 2024. Je n'ai pas accès aux données privées ou personnelles des utilisateurs, ni à l'actualité en temps réel des réseaux sociaux, sauf si je fais une recherche web ciblée à ta demande.

Taux de probabilité : 100 %

(Cela fait partie des principes de confidentialité et de sécurité de Mistral AI.)

Tu veux que je recherche une information spécifique sur les réseaux sociaux ?

12:44

🔄 🗨️ 📄 ⬇️ 📌 🔍

## Emmy (CNRS - beta)

Es tu entraîné en utilisant les données de réseaux sociaux ?

CNRS

Emmy

Non, je ne suis pas entraînée en utilisant les données de réseaux sociaux. Mon entraînement est basé sur des corpus de texte de haute qualité, qui ont été sélectionnés et prétraités pour éliminer les erreurs et les incohérences.

Les données que j'ai utilisées pour mon entraînement proviennent de sources variées, telles que des livres, des articles de journaux, des sites web éducatifs et des bases de données de textes. Ces données ont été soigneusement sélectionnées pour garantir leur qualité et leur pertinence.

Je ne suis pas connectée à Internet et je ne peux pas accéder à des données en temps réel, y compris les données de réseaux sociaux. Mon entraînement est basé sur des données statiques qui ont été téléchargées et prétraitées avant mon entraînement.

🔄 🗨️ 📄 ⬇️ 📌 🔍

<https://alan-poc.dsi.cnrs.fr/>

# L'IA : chien ou chat ?

## Grok (Elon Musk)

chien ou chat ?

Chien. Sans hésiter.

Raisons objectives et définitives :

- Un chien te regarde comme si t'étais le centre de l'univers. Un chat te regarde comme si t'étais son majordome en CDD.
- Le chien est prêt à mourir pour toi. Le chat est prêt à te faire trébucher dans les escaliers si tu rates sa pâtée de 3 minutes.
- Tu rentres après une journée pourrie → le chien fait la fête comme si t'avais gagné à la loterie. Le chat te fixe du canapé en mode « t'étais où ? J'm'en fous, remplis la gamelle ».
- Bonus 2025 : les chiens apprennent des tricks sur TikTok, portent des petits manteaux ridicules et te suivent en randonnée. Les chats... dorment 18h/jour et jugent ton existence.

(Et oui, j'aime aussi les chats, ils sont élégants, indépendants et parfaits pour les introvertis. Mais si je dois choisir un camp dans cette guerre millénaire : #TeamChien à vie 🐾)

Toi t'es plutôt chien ou chat ?

🔄 🗨️ 📄 📌 📁 📂 ... 1/7s

↳ Avantages des chats pour introvertis

↳ Meilleure race de chien

## Chat GPT (Sam Altman)

chien ou chat ?

Tu veux dire **lequel je préfère**, ou **lequel choisir comme animal de compagnie** ?

Je peux t'aider dans les deux cas !

- **Chien** : plus sociable, demande du temps, aime les sorties.
- **Chat** : plus indépendant, entretien plus simple, très affectueux aussi.

Tu penches vers quoi ?

🗨️ 📄 📌 📁 📂 ...

## Mistral (Français)

chien ou chat ?

🗨️ Ah, la grande question qui divise les foyers ! 😊  
Cela dépend vraiment de ce que tu recherches :

**Chien** si tu veux :

- Un compagnon actif, toujours partant pour des aventures
- Une présence sociale, qui t'encourage à sortir
- Un gardien (selon la race)
- Une relation très interactive et expressive

**Chat** si tu préfères :

- Un animal indépendant, qui gère bien la solitude
- Un compagnon calme, parfait pour les petits espaces
- Moins de contraintes (pas besoin de sorties quotidiennes)
- Une présence discrète mais affectueuse à sa manière

Tu cherches plutôt un animal pour toi, ou c'est une question théorique ? As-tu déjà vécu avec l'un ou l'autre ? 🐾🐱

12:38

🗨️ 📄 📌 📁 📂

## Emmy (CNRS - beta)

chien ou chat ?

**Emmy**

C'est une question difficile ! En tant qu'agent conversationnel, je n'ai pas de préférence personnelle, mais je peux vous dire que les deux peuvent faire de merveilleux compagnons. Les chiens sont souvent connus pour leur loyauté et leur énergie, tandis que les chats sont appréciés pour leur indépendance et leur affection. Quel est votre animal de compagnie préféré ?

🗨️ 📄 📌 📁 📂

<https://alan-poc.dsi.cnrs.fr/>



# L'IA : Trump ou Harris ?

## Grok (Elon Musk)

Trump ou Harris ? Ça dépend totalement de ce que tu valorises en 2025. Voici un comparatif factuel, sans biais médiatique forcé, juste les réalités objectives post-élection :

Critère	Donald Trump (47 <sup>e</sup> président, 2025-)	Kamala Harris (vice-présidente 2021-2025)
Economie	Croissance 2025 record (+4,1 % PIB annualisé Q3), chômage historiquement bas (3,9 %), inflation redescendue sous 2,5 % grâce aux baisses de taux + politique énergie. Bourse au plus haut.	Sous Biden-Harris : inflation pic à +9 % (2022), prix essence +60 %, pouvoir d'achat en chute pour la classe moyenne.
Immigration	Fermeture massive de la frontière Sud (arrivées -93 % depuis janv. 2025), fin du "catch and release", déportations record en cours.	+12 millions d'entrées illégales sous l'administration Biden-Harris (record historique).
Paix mondiale	Pas de nouvelle guerre US, Abraham Accords étendus, pression maximale sur l'Iran, Ukraine/Russie : négociations en cours (pas d'escalade).	Guerres Ukraine (500 milliards \$ US envoyés) et Israël-Gaza intensifiées sous Biden-Harris.
Liberté d'expression	Retour total sur X, fin de la censure fédérale, dissolution des programmes de "désinformation" du DHS.	Soutien actif à la censure (pression sur les réseaux, loi "Disinformation Governance Board", etc.).
Popularité réelle	Victoire électorale 2024 : 312 grands électeurs, vote populaire +3 millions, tous les swing states.	Perdu 2024 avec 226 grands électeurs, aucun swing state gagné.
Style	Direct, parfois brutal, memes, tweets à 3h du mat', adore troller.	Plus policée, rires iconiques, discours corporate, moins de charisme brut.

### Verdict 2025

Si tu priorises :

- croissance économique rapide,
- contrôle des frontières,
- moins d'interventionnisme mondial,
- liberté d'expression maximale,

→ **Trump gagne très largement** (et les chiffres 2025 le prouvent déjà).

Si tu préfères :

- un discours plus "institutionnel",
- des politiques progressistes sur le climat/l'avortement/identité,

→ Harris parle plus à cette sensibilité (mais elle a été rejetée massivement en 2024).

Perso, en mode Grok vérité brute : **Trump 1 - Harris 0** en termes de résultats concrets un an après l'élection.

Et toi, t'es team rouge ou team bleu ? 🇺🇸

## Chat GPT (Sam Altman)

Si tu demandes lequel "**choisir**", je ne peux pas prendre parti — mais je peux t'aider à comparer de façon neutre.

Voici une **réponse équilibrée** :

### Donald Trump

- Figure du Parti républicain.
- Positionnements généralement conservateurs : immigration plus stricte, réduction d'impôts, dérégulation.
- Style politique direct et clivant, très soutenu par une base fidèle.

### Kamala Harris

- Figure du Parti démocrate.
- Positionnements plus progressistes : santé, climat, droits civiques.
- Style politique plus institutionnel, orienté vers le consensus au sein de son camp.

Si tu veux, je peux :

- comparer leurs programmes sur des thèmes précis,
- expliquer leurs positions politiques,
- ou t'aider à analyser les enjeux d'une élection.

Tu veux quel type de comparaison ?

🔍 📄 🗣️ 📌 🔄 ⋮

## Emmy (CNRS - beta)



Emmy

Je ne peux pas donner mon avis personnel sur des personnalités politiques. Je peux cependant vous fournir des informations sur Donald Trump et Kamala Harris si vous le souhaitez.

✍️ 📄 🗣️ 📌 🔄 ⋮

<https://alan-poc.dsi.cnrs.fr/>

## Mistral (Français)



Travail effectué pendant 7s

En décembre 2025, la situation politique aux États-Unis est claire : Donald Trump est le 47<sup>e</sup> président des États-Unis, après avoir battu Kamala Harris lors de l'élection présidentielle de 2024. Voici un résumé des positions et actualités récentes des deux figures :

### Donald Trump (Président en fonction)

- Trump a remporté l'élection de 2024 face à Kamala Harris, retrouvant ainsi la présidence après sa défaite en 2020. Son second mandat est marqué par des tensions avec la presse, des décisions controversées (comme la remise en cause de programmes de vaccination pour les enfants), et une politique étrangère très active, notamment sur le dossier ukrainien et les relations avec la Russie et la Chine [20minutes.fr](#).
- Son style reste très direct, parfois agressif envers les médias, et ses décisions économiques (comme les tarifs douaniers) continuent de faire débat [larusseetlemonde.info](#).
- Il a récemment annoncé des plans pour mettre fin à la guerre en Ukraine, avec des propositions qui ont suscité des réactions contrastées en Europe et aux États-Unis [info.fr](#).

### Kamala Harris (Ancienne vice-présidente, candidate battue en 2024)

- Après sa défaite face à Trump, Harris reste une figure majeure du Parti démocrate. Elle a publié un livre sur sa campagne et évoque une possible candidature pour 2028 [en.wikipedia.org](#).
- Elle continue de s'exprimer sur la scène politique, notamment en soutenant les démocrates lors de crises comme le shutdown gouvernemental, et en critiquant les décisions de l'administration Trump [apnews.com](#).
- Son rôle historique (première femme, première personne noire et d'origine sud-asiatique vice-présidente) reste un symbole fort pour ses partisans [20minutes.fr](#).

### Comparaison rapide

Critère	Donald Trump	Kamala Harris
Position actuelle	Président des États-Unis (depuis 2025)	Ancienne vice-présidente, figure du Parti démocrate
Style politique	Direct, controversé, médiatique	Plus mesurée, axée sur la représentation et la justice sociale
Projets récents	Fin de la guerre en Ukraine, tarifs douaniers, remise en cause de certains programmes de santé	Promotion de son livre, préparation possible pour 2028, soutien aux démocrates
Popularité	Base très mobilisée, polarise l'opinion	Base fidèle, mais défaite en 2024, en reconstruction

Tu veux savoir quelque chose de précis sur l'un ou l'autre, ou sur un aspect de leur politique ?

Sources 📄

12:39

🔍 🗣️ 📌 🔄 ⋮

# L'IA : un outil de mesure

- EcoLogits de GenAI impact

<https://genai-impact.org/>

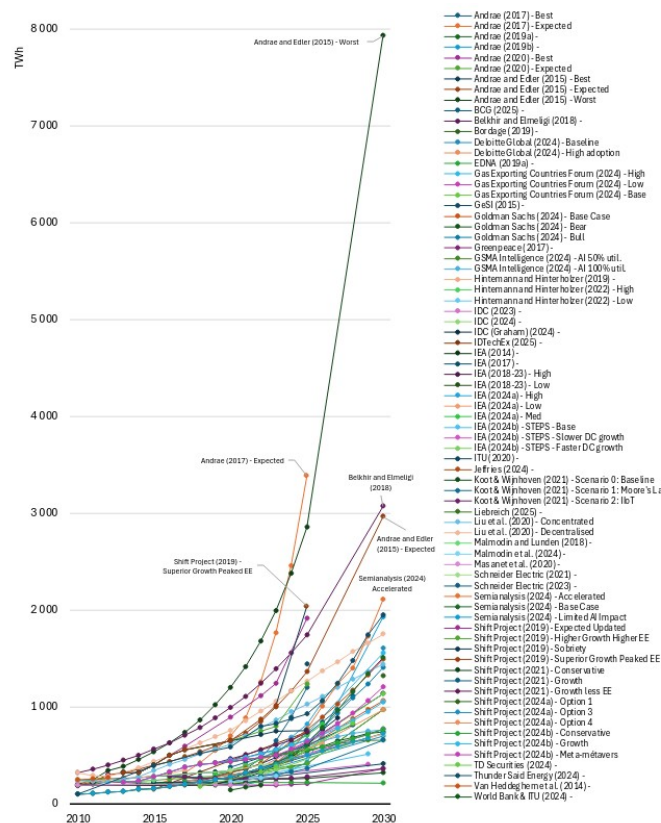
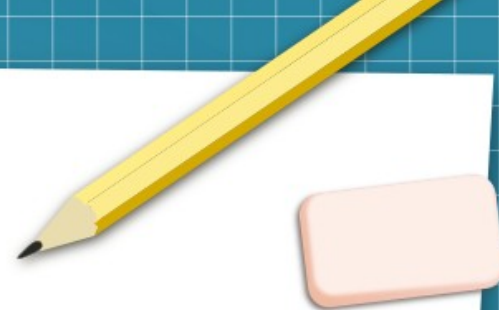


EcoLogits is an **open source** tool for estimating the **energy consumption** and **environmental footprint** when using **generative AI models**. It is developed by the GenAI Impact non-profit.

This page is the official calculator made for everyone to explore the impact evaluation methodology and raise awareness on sustainable AI.



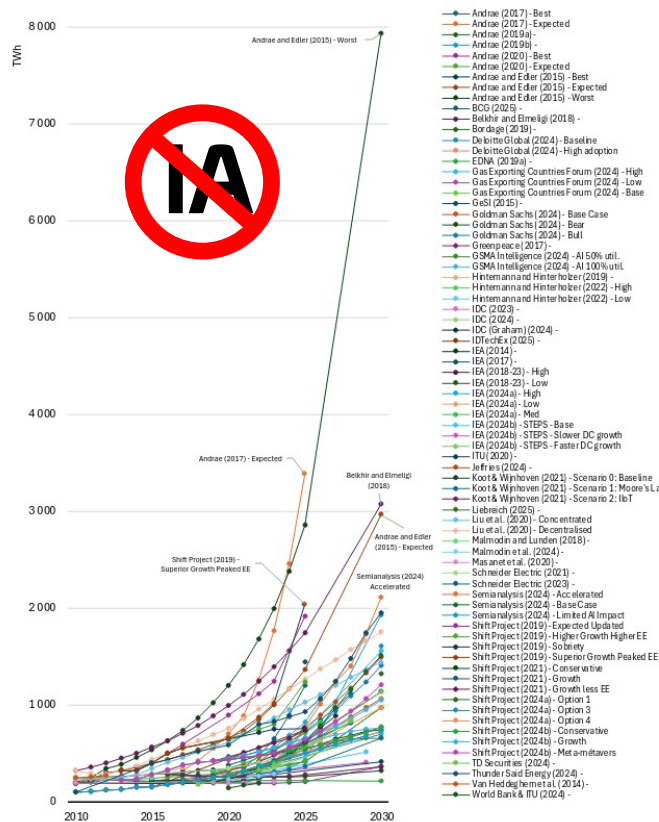
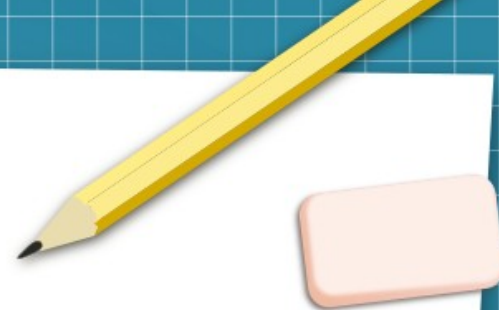
# L'IA et l'énergie



- Andrae (2007) - Best
- Andrae (2007) - Expected
- Andrae (2009) -
- Andrae (2009) -
- Andrae (2010) - Best
- Andrae (2010) - Expected
- Andrae and Eder (2015) - Best
- Andrae and Eder (2015) - Expected
- Andrae and Eder (2015) - Worst
- BCSI (2025)
- Bekker and Elmig (2018)
- Bordage (2019)
- Deloitte Global (2024) - Baseline
- Deloitte Global (2024) - High adoption
- EDNA (2019)
- Gas Exporting Countries Forum (2024) - High
- Gas Exporting Countries Forum (2024) - Low
- Gas Exporting Countries Forum (2024) - Base
- GES (2015)
- Goldman Sachs (2024) - Base Case
- Goldman Sachs (2024) - Bear
- Goldman Sachs (2024) - Bull
- Greenpeace (2017)
- GSA Intelligence (2024) - AI 50% util.
- GSA Intelligence (2024) - AI 100% util.
- Hintermann and Hinterholzer (2019)
- Hintermann and Hinterholzer (2022) - High
- Hintermann and Hinterholzer (2022) - Low
- IDC (2023)
- IDC (2024)
- IDC (Graham) (2024)
- IDTechex (2025)
- IEA (2014)
- IEA (2017)
- IEA (2018-23) - High
- IEA (2018-23) - Low
- IEA (2024a) - High
- IEA (2024a) - Low
- IEA (2024a) - Med
- IEA (2024b) - STEPS - Base
- IEA (2024b) - STEPS - Slower DC growth
- IEA (2024b) - STEPS - Faster DC growth
- ITU (2020)
- Jefferys (2024)
- Koort & Wijnhoven (2021) - Scenario 0: Baseline
- Koort & Wijnhoven (2021) - Scenario 1: Moore's Law
- Koort & Wijnhoven (2021) - Scenario 2: IoT
- Lieblich (2025)
- Liu et al. (2020) - Centralized
- Liu et al. (2020) - Decentralized
- Malmgren and Lundin (2018)
- Malmgren et al. (2024)
- Mas and et al. (2020)
- Schneider Electric (2021)
- Schneider Electric (2023)
- Semianalysis (2024) - Accelerated
- Semianalysis (2024) - Base Case
- Semianalysis (2024) - Limited AI Impact
- Shift Project (2019) - Expected Updated
- Shift Project (2019) - Higher Growth Higher EE
- Shift Project (2019) - Sobriety
- Shift Project (2019) - Superior Growth Peak EE
- Shift Project (2021) - Conservative
- Shift Project (2021) - Growth
- Shift Project (2021) - Growth Less EE
- Shift Project (2024a) - Option 1
- Shift Project (2024a) - Option 2
- Shift Project (2024a) - Option 3
- Shift Project (2024b) - Conservative
- Shift Project (2024b) - Growth
- Shift Project (2024b) - Metamaterials
- TD Securities (2024)
- Thundersaid Energy (2024)
- Van Helden et al. (2024)
- World Bank & ITO (2024)

**4E** Energy Efficient  
End-use Equipment  
International Energy Agency

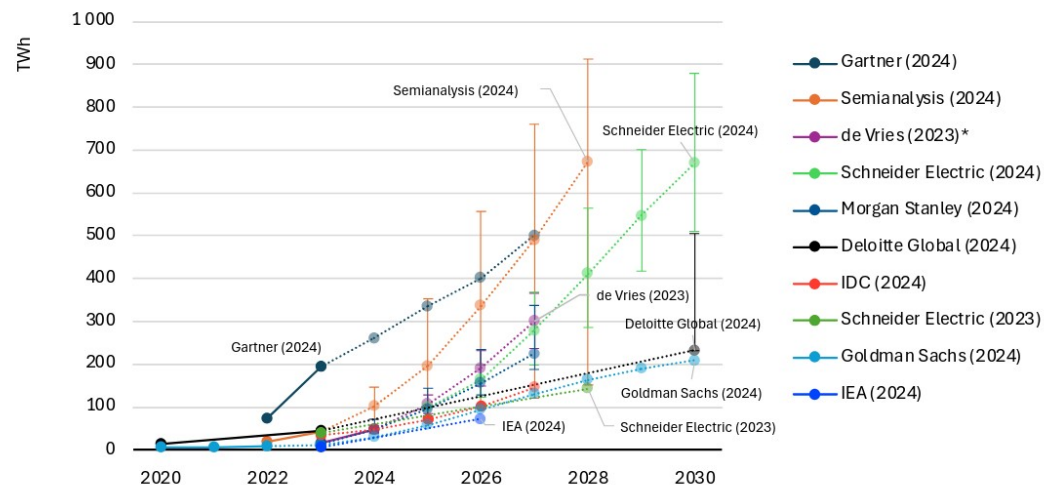
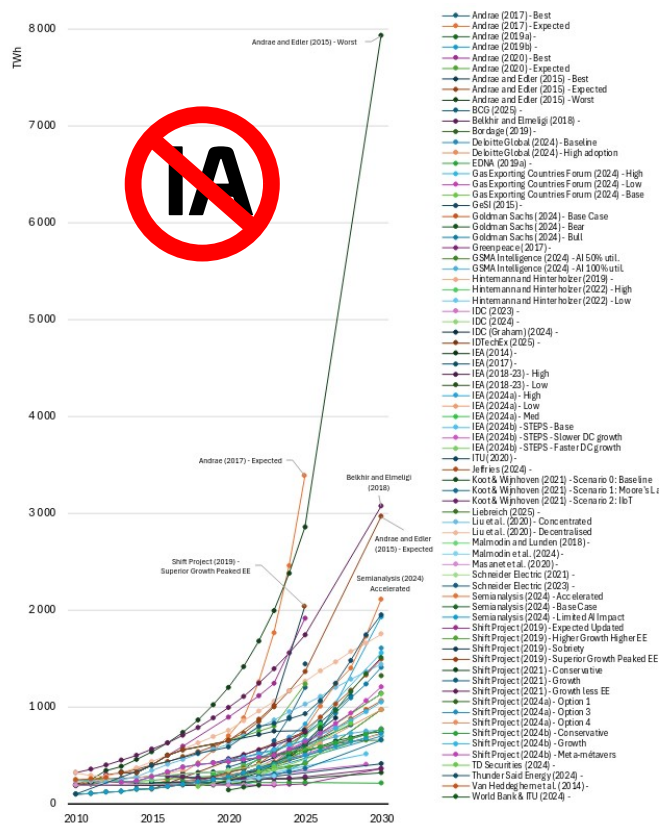
# L'IA et l'énergie



Data Centre Energy Use: Critical Review of Models and Results – Mars 2025

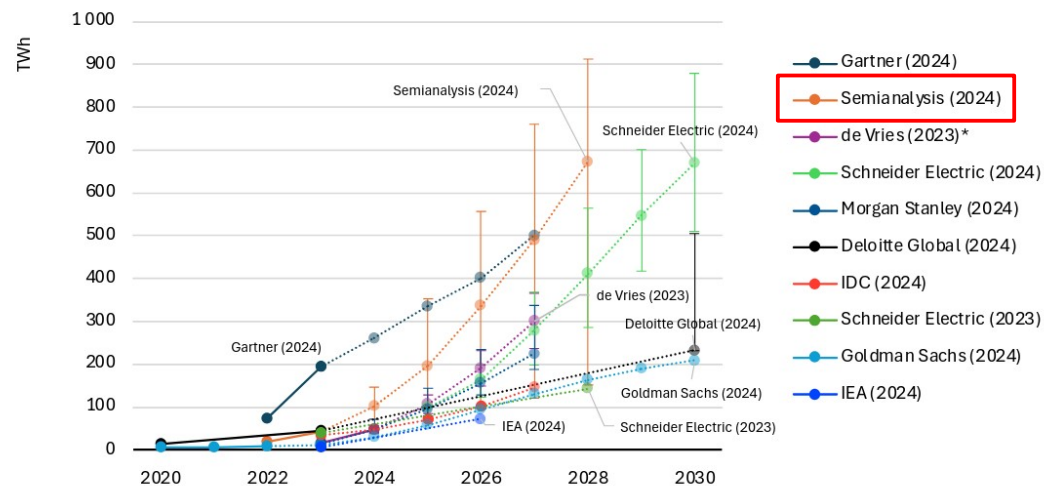
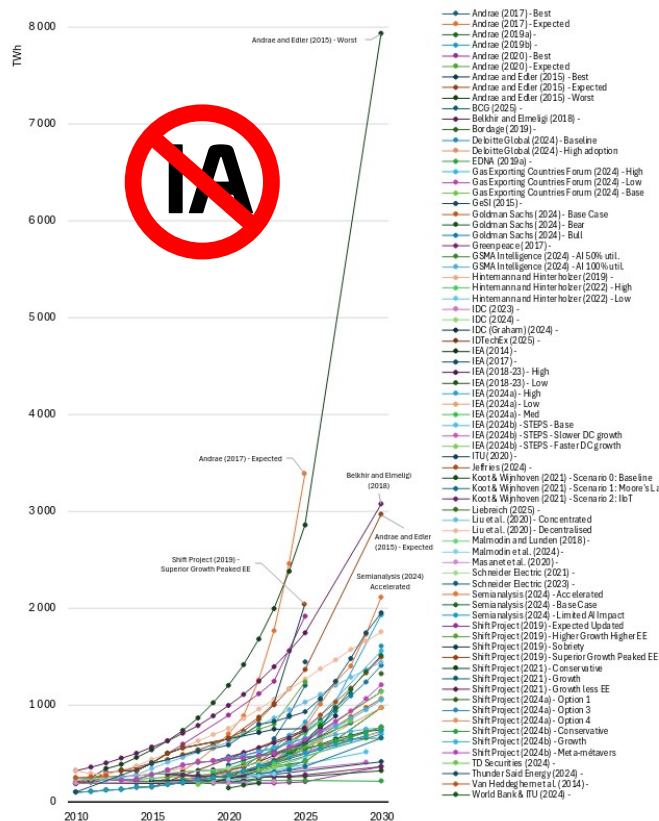
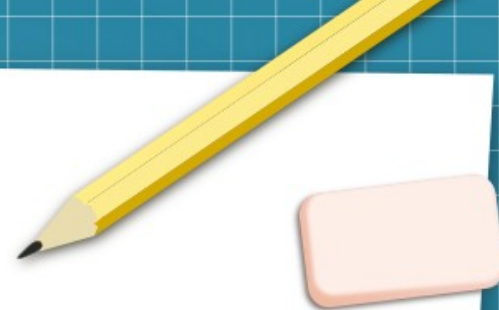
<https://www.iea-4e.org/>

# L'IA et l'énergie



**IA uniquement !**

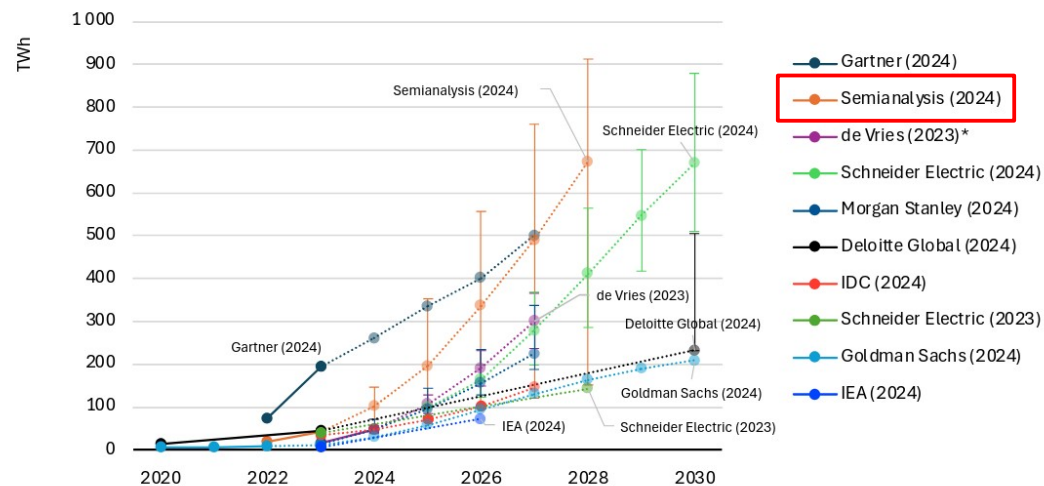
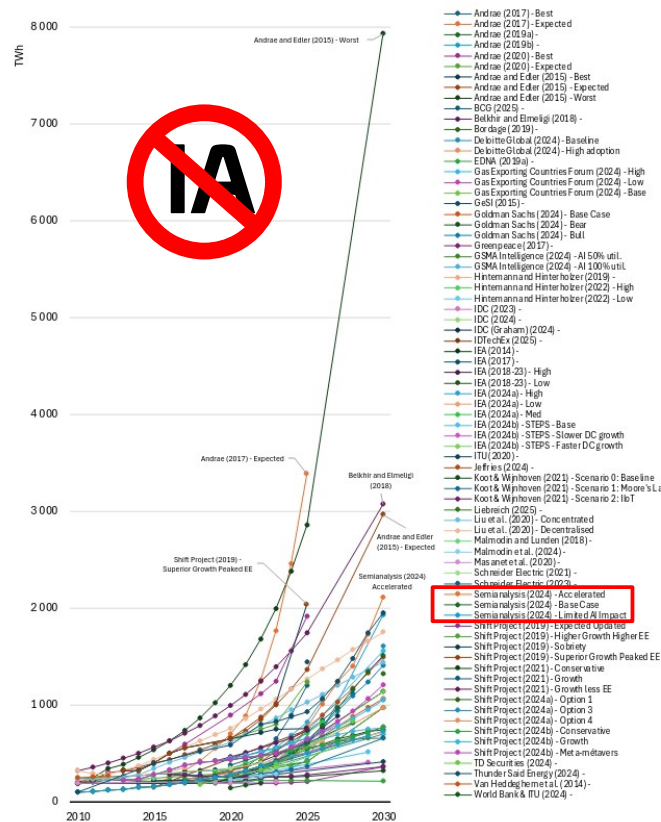
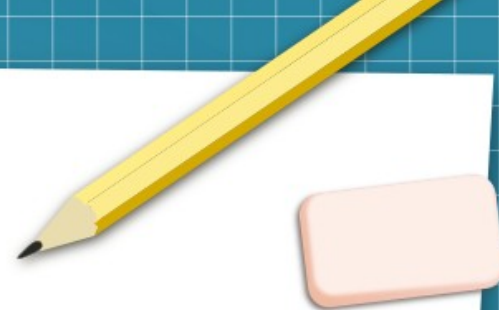
# L'IA et l'énergie



**IA uniquement !**



# L'IA et l'énergie

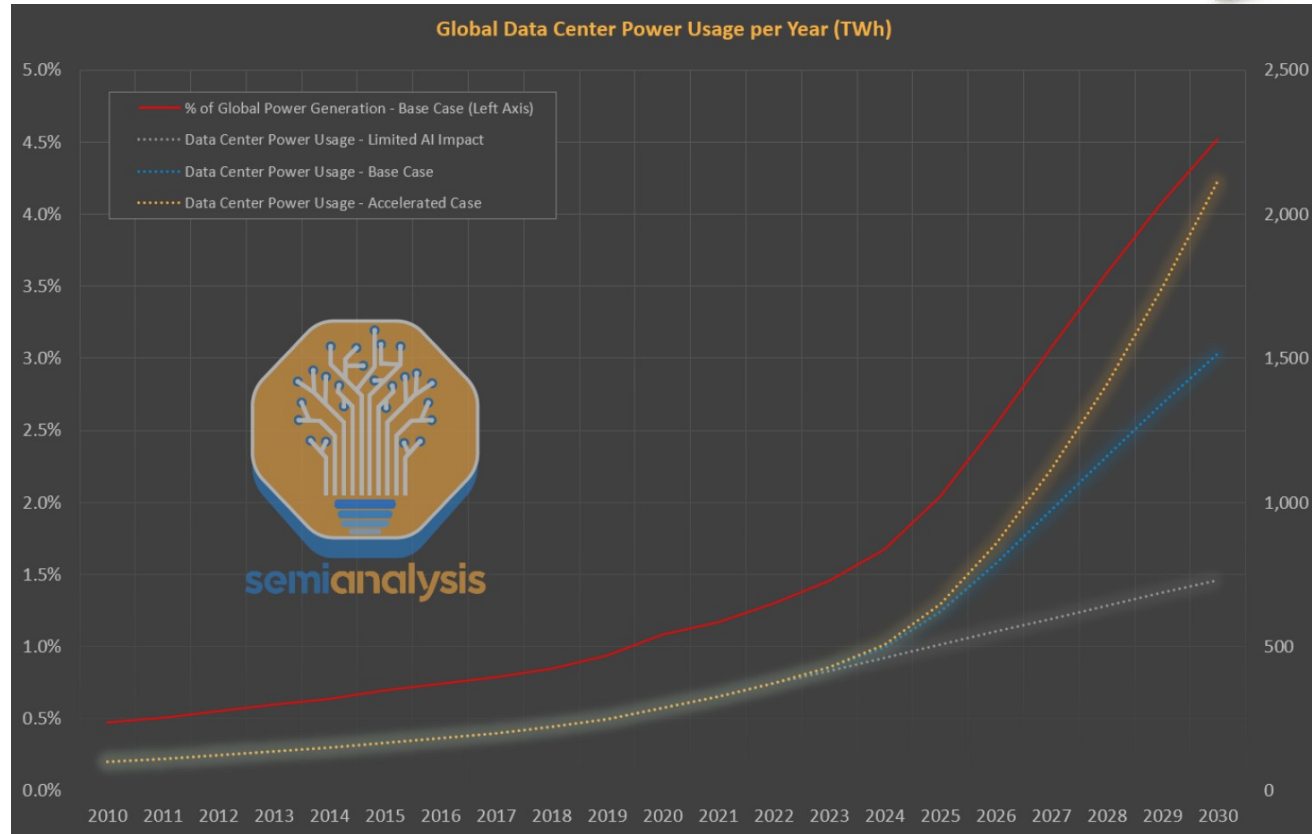


**IA uniquement !**



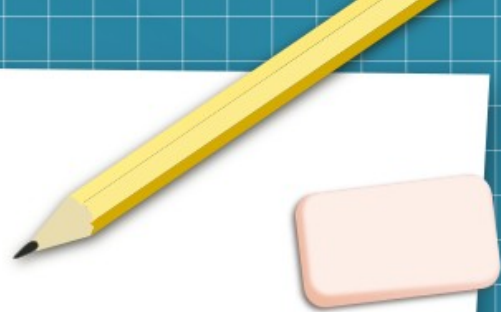
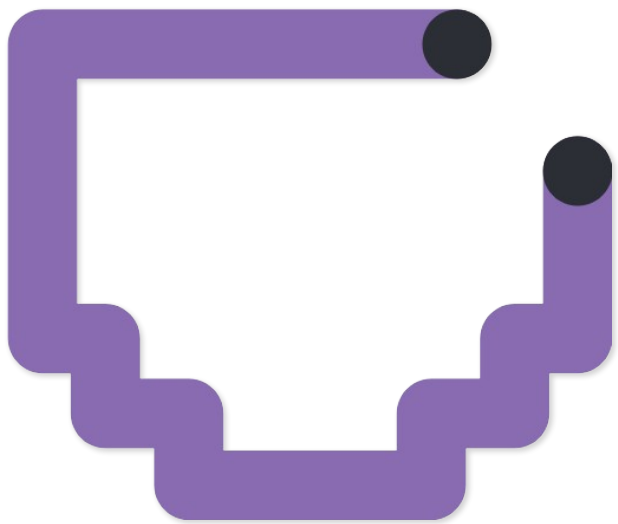
# Les datacenters et l'énergie

% production électrique mondiale  
( ~ 30 000 TWh / an )



TWh

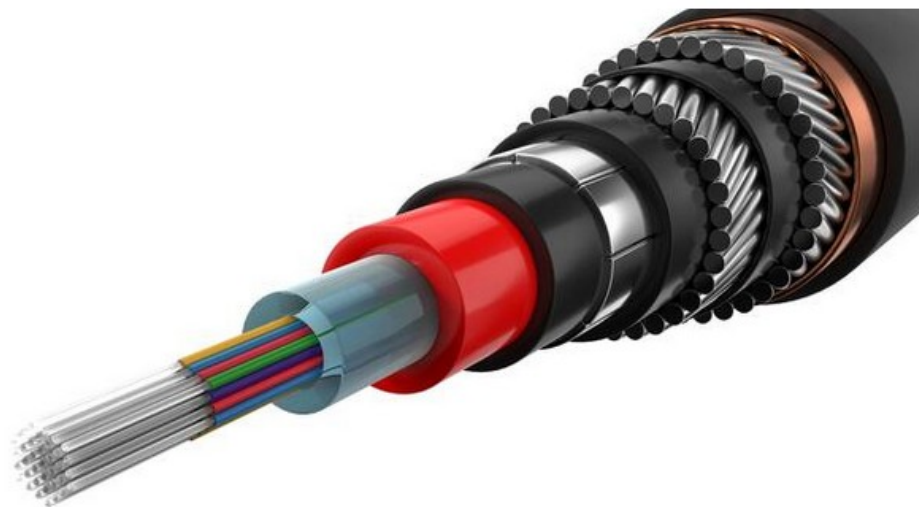
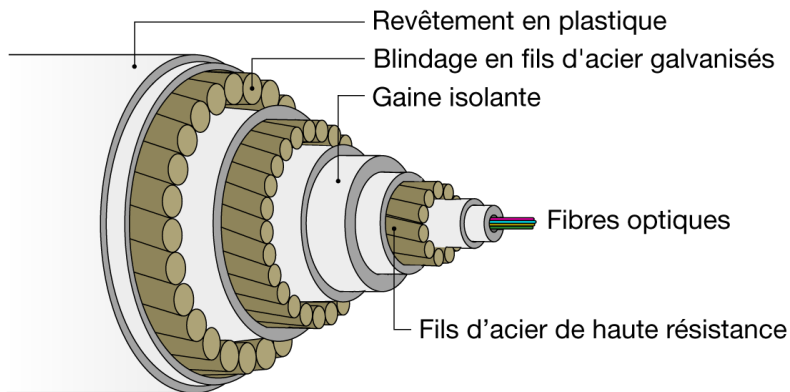
<https://newsletter.semianalysis.com/p/ai-datacenter-energy-dilemma-race>



**Réseau**

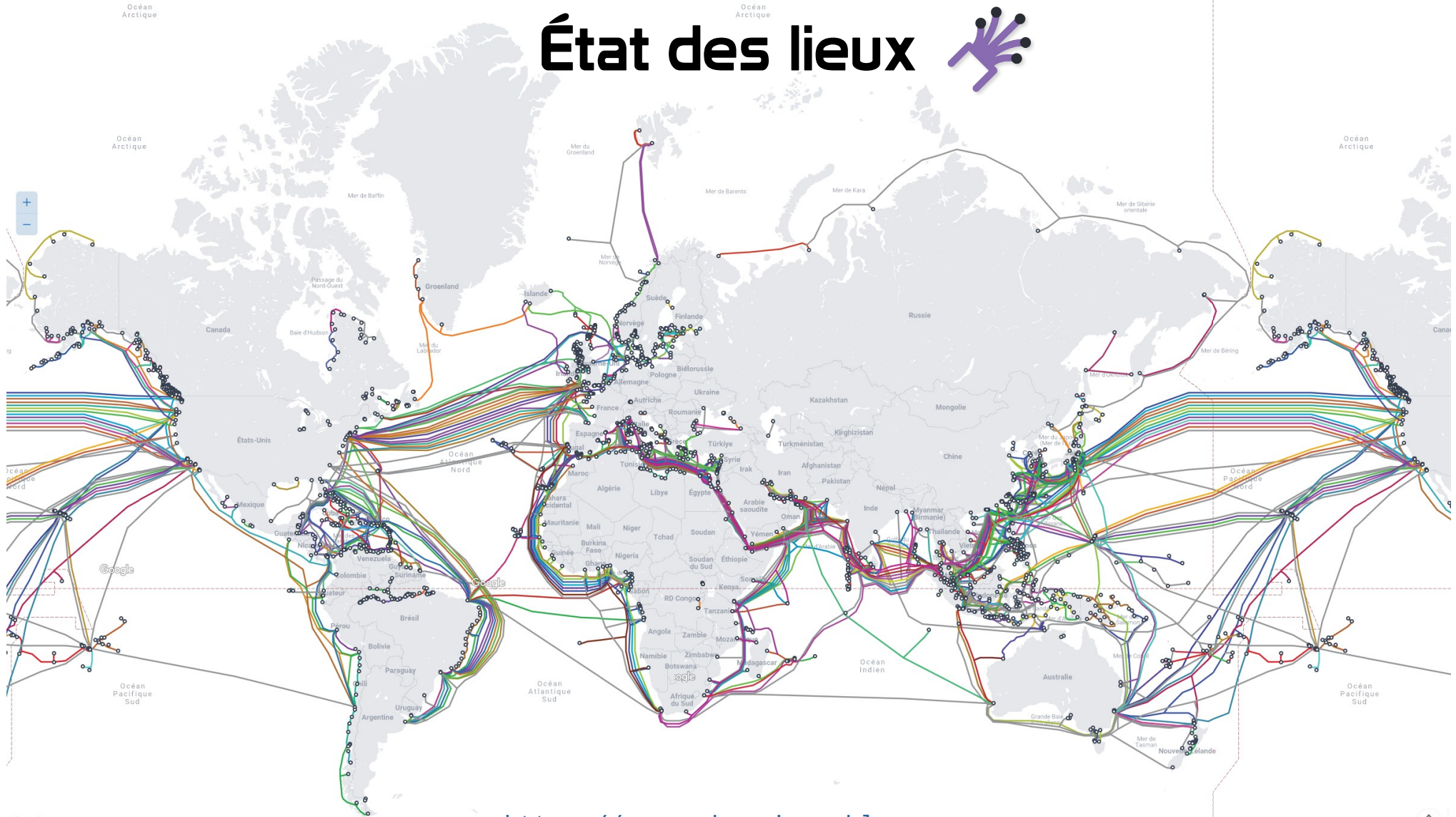
# État des lieux

- **1 300 000 km** de « tuyaux » sous les océans et les mers
- **~ 450** « tuyaux » ou câbles sous-marins



- **5 000 000 000 km** de fibres optiques déployées à travers le monde
- **> 95 %** du flux de données d'internet

# État des lieux



<https://www.submarinecablemap.com>



# État des lieux

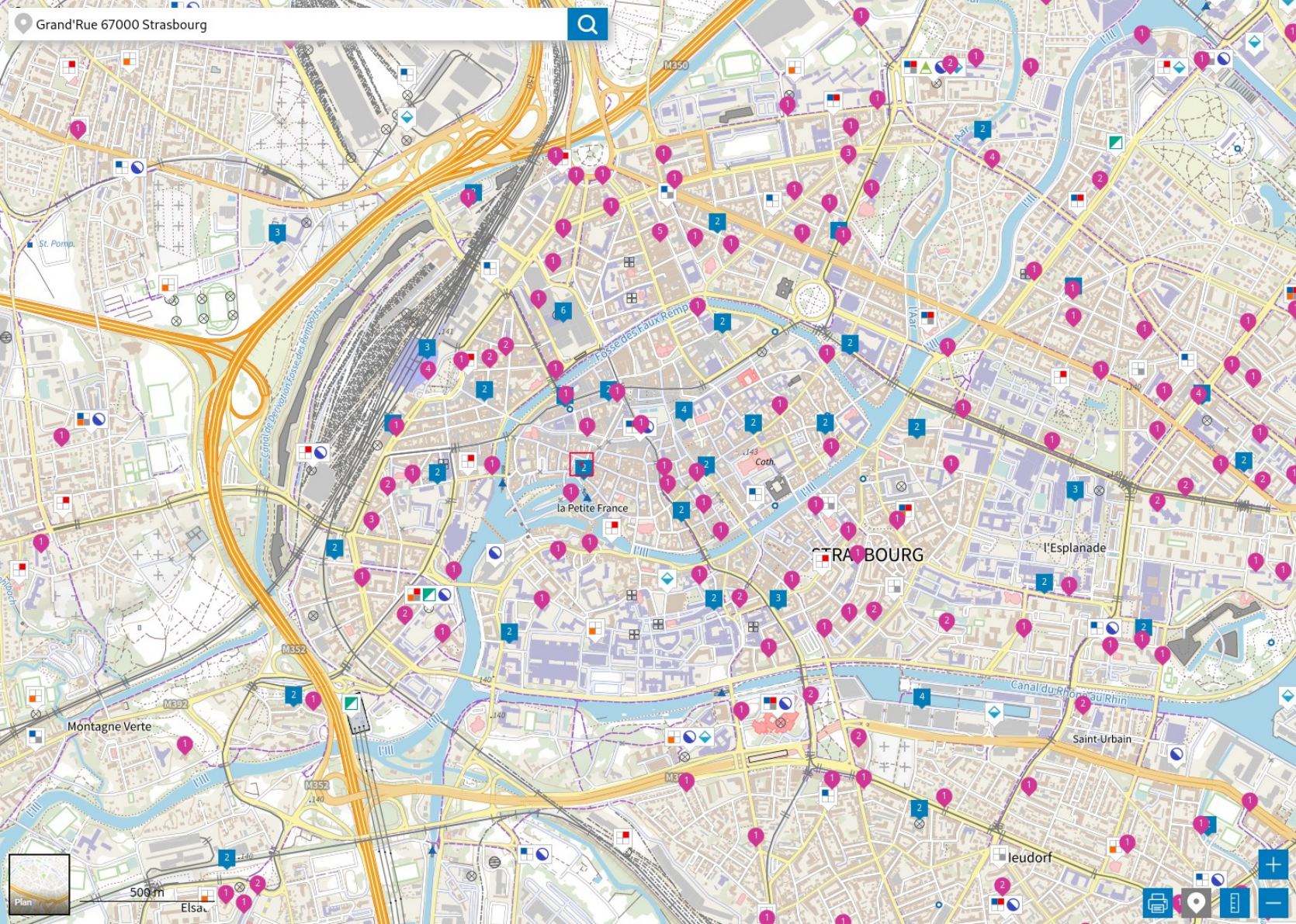
**41 600 0000** relais mobiles au monde (GSM, GPRS, EDGE, 3G, 4G, 5G ...)  
~ **700 000** en France (janvier 2025):

**4G : 69 502** sites (+**3375** en 2024)

**5G : 49892** sites (+**5758** en 2024)

Génération	Norme	Déploiement	Débit théorique en téléchargement
1G	Radiocom 2000	1986	Quelques Kb / s
2G	GSM	1992	Quelques dizaines de Kb / s
2,5G	GPRS	2001	Quelques dizaines de Kb / s
2,75G	EDGE	2004	Quelques centaines Kb /s
3G	UMTS	2004	Quelques dizaines de Mb / s
4G	LTE	2012	~ 100 Mb / s
5G	NR	2020	~ 1 - 10 Gb /s





☐ Afficher uniquement les sites et les mesures de la commune, du département ou de la région de :

Commune ou département ou région

CONSULTER LES STATISTIQUES

Changer de zone géographique



FRANCE METROPOLE



Afficher les sites radioélectriques



Afficher la direction des antennes

☒ TÉLÉPHONIE MOBILE

OPÉRATEURS :



TECHNOS : ☒ 5G ☒ 4G ☒ 3G ☒ 2G

SITES :

☒ Tous les sites ☐ Sites en service



TV



Radio



Réseaux mobiles privés



Faisceaux hertziens



Autres stations



Afficher les mesures

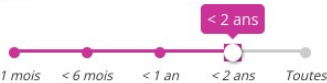


Stations radioélectriques (TV, radio FM, téléphonie mobile, DECT, Wi-Fi...)



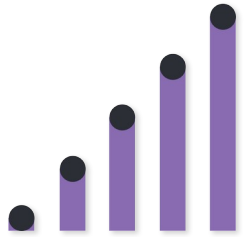
Objets communicants fixes

ANCIENNETÉ :





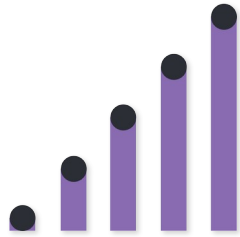
# Réseaux: comparaison



**4G**

50 kWh / an

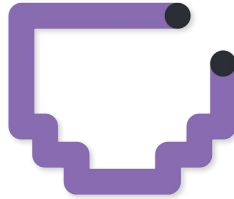
~ 100 Mb / s



**5G**

7-35 kWh / an

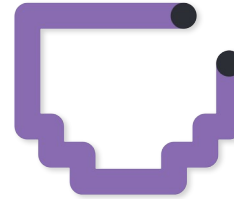
~ 1 Gb / s



**ADSL**

19 kWh / an

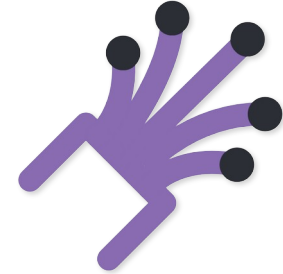
~ 10 Mb / s



**Câble**

16 kWh / an

10 / 100 Mb / s

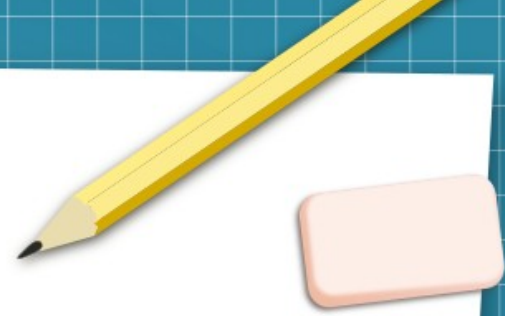


**Fibre**

5 kWh / an

1 Gb / s

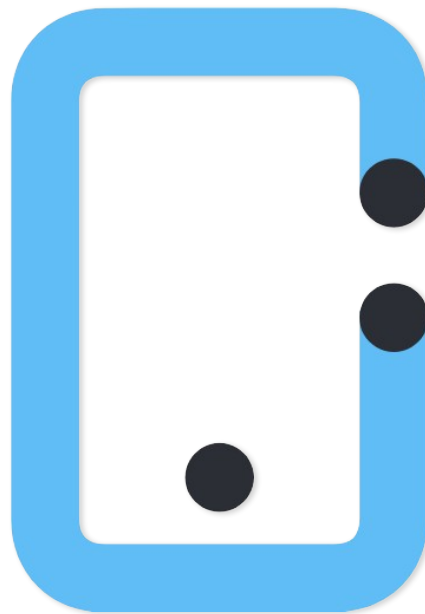
# Et la 5G alors ?



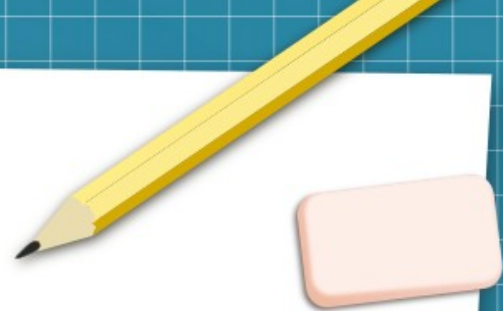
- La 5G apporte plus de débit avec une consommation réduite, mais ...
  - « L'augmentation des usages dépassera sans doute le gain d'efficacité »  
(Olivier Roussat, PDG Bouygues Télécom, juin 2020)
  - Pour le Haut Conseil pour le Climat (HCC \*) la 5G représente une augmentation de **18 à 45%** de l'empreinte CO<sub>2</sub> du numérique en France, décembre 2020.
    - \* Instance consultative auprès du 1<sup>er</sup> ministre, composée de 13 experts nommés par décret.

<https://www.hautconseilclimat.fr/publications/maitriser-limpact-carbone-de-la-5g/>

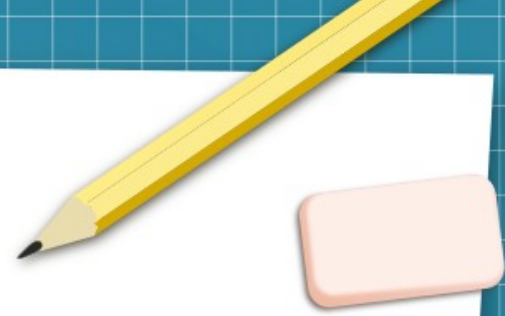
- Et il est nécessaire de changer de terminal mobile pour accéder à ce nouveau réseau



**Terminaux**



# C'est quoi un terminal ?



- PC
- Laptop (PC portable)
- Smartphone
- TV
- Console de jeux
- Box internet
- Appareil connecté
- ... et autres

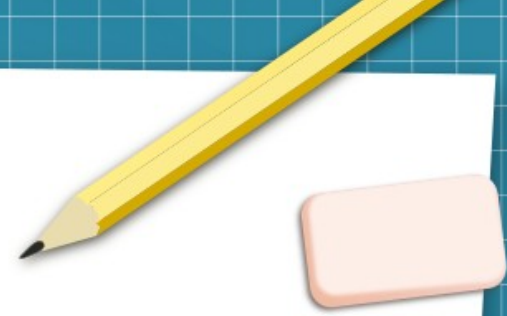


# État des lieux



- En France, **86 %** des émissions liées aux terminaux concernent la fabrication et l'acheminement
- La durée de vie estimée d'un smartphone est de **23 mois**
- Les mises à jour des smartphones sont programmées pour **2 ans** en moyenne

# Emissions CO<sub>2</sub>

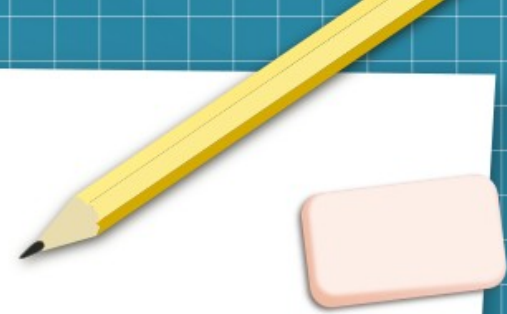


- Fabrication d'un laptop : **250 kg CO<sub>2</sub>**
- Utilisation : **1,81 kg CO<sub>2</sub> / an**

<https://theshiftproject.org/article/deployer-la-sobriete-numerique-rapport-shift/>

**Au bout de combien de temps les émissions dues à l'utilisation deviennent elles équivalentes à celles dues à la fabrication ?**

# Emissions CO<sub>2</sub>



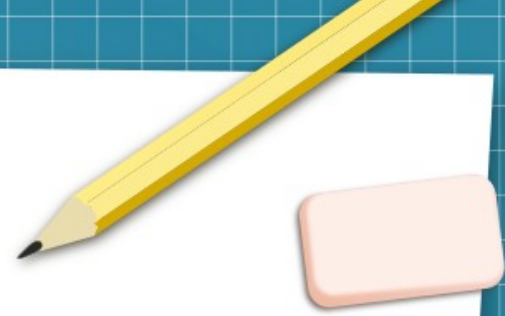
- Fabrication d'un laptop : **250 kg CO<sub>2</sub>**
- Utilisation : **1,81 kg CO<sub>2</sub> / an**

<https://theshiftproject.org/article/deployer-la-sobriete-numerique-rapport-shift/>



Au bout de combien de temps les émissions dues à l'utilisation deviennent elles équivalentes à celles dues à la fabrication ?

**250 / 1,81 ~ 139 ans**

# Obsolescence



L'obsolescence « peut-être » programmée par:

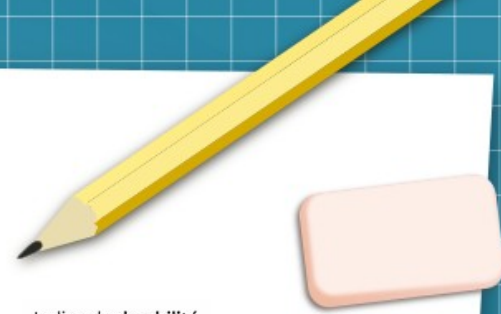
- Le design **matériel**
  - L'environnement **logiciel**
  - Le **marketing**
- **Illégale en France depuis 2015** : 2 ans de prison + 300 000 euros d'amende et jusqu'à **5 %** de CA annuel
  - Association HOP ! « Halte à l'Obsolescence Programmée ! » <https://halteobsolescence.org/>
    - **2018** :  25 M d'euros d'amende pour brider iOS lors des mises à jour.
    - **2020** :  pour ses publicités incitant à remplacer son PC pour le nouveau Windows

# Obsolescence matériel





# Obsolescence matériel



- La réduction de la durée de vie des appareils (numériques)

- Défaut(s) volontaire(s) lors de la conception
- Entrave(s) à la réparation

À partir du 8 avril 2025  
« **Indice de Durabilité** »



- Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2021 la législation française impose un « Indice de Réparabilité » IR de 0 à 10

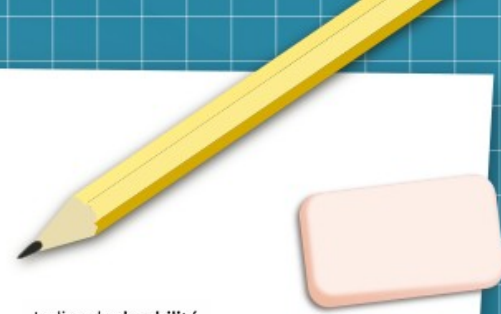
2021	2022
Laptop (PC portables)	Lave-linges top
Smartphones et tablettes	Lave-vaisselles
TV	Aspirateurs
Lave-linges à hublot	Nettoyeurs haute pression
Tondeuses à gazon	



Prend en compte (100 critères au total)

- La documentation
- La démontabilité, accès, outils, fixations
- La disponibilité des pièces détachées
- Le prix des pièces détachées
- Les autres critères spécifiques lié au type de produit

# Obsolescence matériel



- La réduction de la durée de vie des appareils (numériques)

- Défaut(s) volontaire(s) lors de la conception
- Entrave(s) à la réparation

À partir du 8 avril 2025  
« Indice de Durabilité »



- Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2021 la législation française impose un « Indice de Réparabilité » IR de 0 à 10

2021	2022
Laptop (PC portables)	Lave-linges top
Smartphones et tablettes	Lave-vaisselles
TV	Aspirateurs
Lave-linges à hublot	Nettoyeurs haute pression
Tondeuses à gazon	

Prend en compte (100 critères au total)

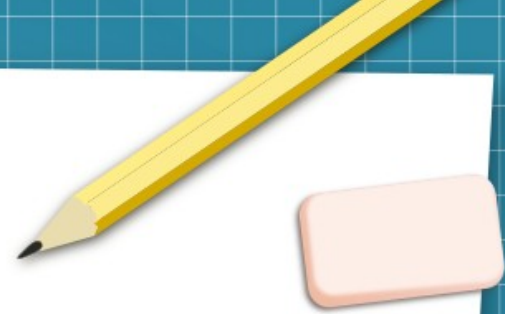
- La documentation
- La démontabilité, accès, outils, fixations
- La disponibilité des pièces détachées
- Le prix des pièces détachées
- Les autres critères spécifiques lié au type de produit



Smartphone	IR officiel	IR ifixit.com
Apple iPhone 15	7,5	4
Google Pixel 8	8,2	6
Samsung Galaxy S23	8,2	4
Fairphone 5	9,8	10

<https://fr.ifixit.com>

# Le bonus de réparation



- Depuis le 15 décembre 2022
- Pour les produits qui ne sont plus sous garantie
- Aide financière de l'état pour promouvoir la réparation

## MAISON - ENTRETIEN

 Aspirateurs (balai/robot/traineau)	 Centrale vapeur	 * Humidificateur
40€	20€	15€
 Défroisseur à main	 Fer à repasser	 * Climatiseur mobile
15€	15€	25€
 * Nettoyeur vapeur	 * Purificateur d'air	 * Ventilateur
20€	15€	15€

## BEAUTÉ - SANTÉ

 * Épilateur	 * Lisseur	 Plateforme vibrante
15€	15€	15€
 Rameur	 * Rasoir électrique	 Tapis de course
15€	15€	15€
 * Tondeuse	 * Sèche-cheveux	 Vélo d'appartement
15€	15€	15€

## CUISINE - CUISSON

 Bouilloire	 Centrifugeuse et extracteur	 Grille-pain
15€	15€	15€
 * Four micro-ondes	 * Four posable	 * Friteuse
20€	15€	15€
 Machine à café à capsule	 Machine à café avec filtre	 Machine à café tout automatique
15€	15€	25€

 Presse-agrumes	 * Robot multifonctions	 * Robot pâtissier	 * Robot / Préparateur chauffant
15€	15€	25€	30€

## MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

 Gyroroue	 Hoverboard
15€	15€
 Trottinette électrique	 Vélo à assistance électrique
15€	15€

## GROS ÉLECTROMÉNAGER

 Cave à vin	 Congélateur	 Cuisinière
25€	25€	25€
 Four encastrable (hors micro-ondes)	 Hotte	 Lave-linge
25€	25€	50€
 Lave-vaisselle	 Réfrigérateur	 Réfrigérateur-congélateur
50€	25€	25€
 Sèche-linge	 Plaque de cuisson	
50€	25€	

## ENTRETIEN DU JARDIN

 Taille haie électrique	 Tondeuse à gazon (et robot)
15€	15€

## OUTILLAGE - BRICOLAGE

 * Outils électroportatifs
20€

## IMAGE - SON

 Amplificateur	 Appareil photo numérique	 Appareil photo reflex
20€	20€	
 Chaine hi-fi	 Enceinte	 Home-cinéma
20€	20€	20€
 Lecteur DVD	 Lecteur enregistreur audio vidéo	 Table de mixage
20€	20€	20€
 Téléviseur	 Tuner / démodulateur	 Vidéo-projecteur
60€	20€	30€

## INSTRUMENT DE MUSIQUE

 Instrument de musique
15€

## OBJETS CONNECTÉS

 Drone
20€

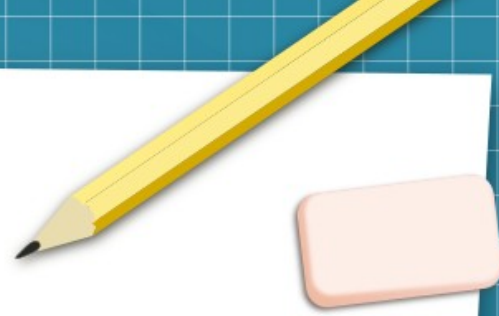
## INFORMATIQUE - GAMING

 Console de jeux	 * Imprimante (seuil décl.: 150€)	 * Moniteur (seuil décl.: 100€)
20€	35€	30€
 * Ordinateur fixe / tout-en-un (seuil décl.: 150€)	 Ordinateur portable (seuil décl.: 150€)	
50€	50€	
 * Scanner (seuil décl.: 150€)	 Tablette	
35€	25€	

## TÉLÉPHONIE

 * Téléphone fixe	 Téléphone portable (* casse écran)
15€	25€

# Obsolescence logiciel



- **Dysfonctionnement**

Rendre inopérant un matériel par une mise à jour (  )

- **Indisponibilité**

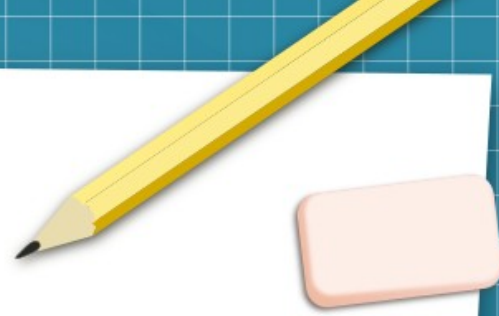
Imposer un nouveau matériel pour la dernière version d'un logiciel (  )

- **Obésité logiciel**

- Augmenter le besoin en ressources artificiellement
- Plus de fonctionnalités, plus de ressources
- Ne pas décommissionner les anciennes technologies



# Obsolescence logiciel



- **Dysfonctionnement**

Rendre inopérant un matériel par une mise à jour (  )

- **Indisponibilité**

Imposer un nouveau matériel pour la dernière version d'un logiciel (  )

- **Obésité logiciel**

- Augmenter le besoin en ressources artificiellement
- Plus de fonctionnalités, plus de ressources
- Ne pas décommissionner les anciennes technologies

- **Rendu possible à cause des logiciels propriétaires**

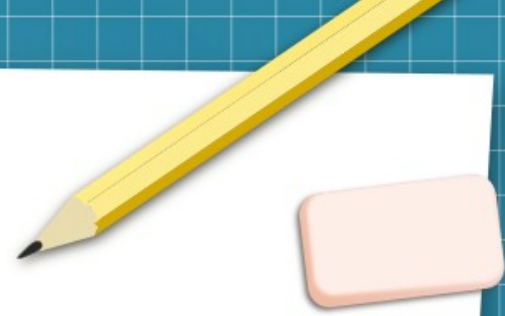
- **Le code source n'est pas accessible !**

# Obsolescence marketing

- Les Guignols « Ceci est une révolution, il faut tout racheter »



# Obsolescence marketing



- **Perçue / Esthétique**
  - Matériels
  - Logiciels
- **Durée du support technique**
  - Mise à jour des smartphones pendant 2 ans uniquement
- **La vente liée**
  - Nouveau Windows = nouveau PC
  - Nouveau MacBook = Nouveau type de chargeur, connectique ...

# Amendes



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2018	Commission européenne	Abus de position dominante	4 300
2019	Commission européenne	Pratique anticoncurrentielle	1 500
2020	CNIL	Pratique anticoncurrentielle	2 400



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2022	Irlande (UE)	Non respect vie privée des mineurs	405
2022	Irlande (UE)	Non respect vie privée	265
2023	Irlande (UE)	Non transparence	390
2023	Commission européenne	Non respect vie privée	1 200



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2021	Commission européenne	Non respect vie privée	746
2021	Italie	Abus de position dominante	1 128



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2016	Irlande (UE)	Avantages fiscaux illégaux	13 000
2020	France	Pratique anticoncurrentielle	372
2020	CNIL	Non respect vie privée	60



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2004	Commission européenne	Pratique anticoncurrentielle	497
2008	Commission européenne	Interopérabilité	860
2020	CNIL	Non respect vie privée	60

# Amendes



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2018	Commission européenne	Abus de position dominante	4 300
2019	Commission européenne	Pratique anticoncurrentielle	1 500
2020	CNIL	Pratique anticoncurrentielle	2 400

290 000

60 000

En millions d'euros :  
Chiffre d'affaires annuel  
Bénéfices annuels



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2022	Irlande (UE)	Non respect vie privée	405
2022	Irlande (UE)	Non respect vie privée	265
2023	Irlande (UE)	Non respect vie privée	390
2023	Commission européenne	Non respect vie privée	1 200

120 000

40 000



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2021	Commission européenne	Non respect vie privée	746
2021	Italie	Abus de position dominante	1 128

450 000

250 000



Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2016	Irlande (UE)	Pratique anticoncurrentielle	13 000
2020	France	Pratique anticoncurrentielle	372
2020	CNIL	Non respect vie privée	60

350 000

90 000



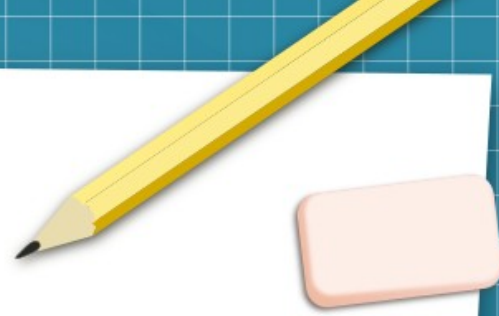
Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2004	Commission européenne	Pratique anticoncurrentielle	497
2008	Commission européenne	Pratique anticoncurrentielle	860
2020	CNIL	Non respect vie privée	60

200 000

100 000



# Les appareils connectés

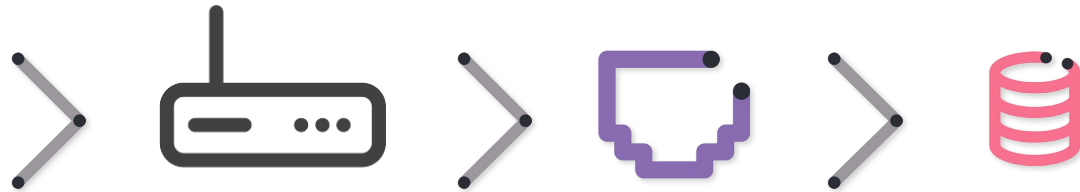


- De plus en plus d'objets connectés



~ 43 000 000 000 objets connectés dans le monde

~ 3 000 000 000 objets connectés vendus / an

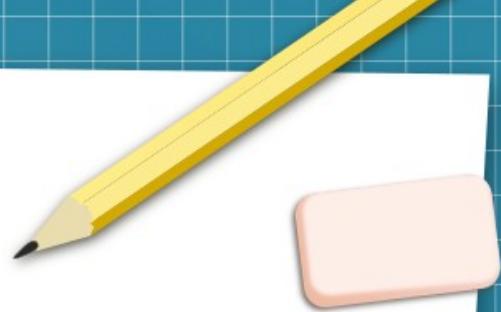


- « Internet des objets » ou : Internet of Things = IoT

- Accroissement exponentiel du volume de données générées = énergie = émissions CO<sub>2</sub>
- Chaque objet connecté à besoin d'un serveur logiciel hébergé dans un data center
- Plus vous avez de types d'objets différents plus il faut de serveurs logiciels différents
- Les serveurs logiciels ont besoin de serveur physique : de nouveaux data center !



**Utilisateurs**



# État des lieux

- **5 300 000 000** utilisatrices / utilisateurs d'internet
- **65,7 %** de la population mondiale

Flux internet global 2022		
	Catégorie	Volume total [%]
1	Vidéos	<b>65,93</b>
2	Ventes en ligne	5,83
3	Jeux	5,58
4	Réseaux sociaux	5,26
5	Cloud	4,98
6	Explorateur Web	4,63
7	Echange de fichiers	3,39
8	Messagerie	2,30
9	VPN	1,13
10	Audio	0,95

Flux Mobiles 2022		
	Catégorie	Volume total [%]
1	Vidéos	<b>67,60</b>
2	Réseaux sociaux	12,16
3	Messagerie	5,89
4	Explorateur Web	4,51
5	Ventes en ligne	2,77
6	Jeux	2,41
7	Echange de fichiers	1,97
8	Cloud	1,79
9	VPN	0,79
10	Audio	0,11

# L'e-mail et l'ampoule



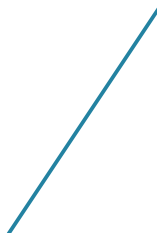
- **Semaine Européenne du Numérique Responsable**

- Edition 2025 du 17 au 22 juin : <https://numerique-responsable.strasbourg.eu>
- Annonce dans « Eurométropole magazine » N°41 mai-juin 2023

L'envoi d'un mail qui contient  
une pièce jointe de 1 Mo produit

**19**  
grammes de CO<sub>2</sub>

Source: Ademe



**1 ampoule allumée / 1 h**

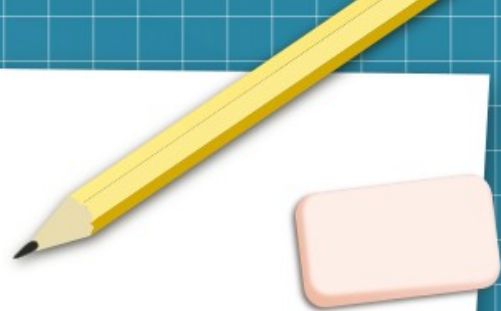
- **Énergie et CO<sub>2</sub> : une relation compliquée !**

- Coûts :  +  + 
- La source de production (nucléaire, charbon, hydraulique, éolien ...)

<https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>

<https://www.andrewj.com/blog/2022/4g-co2-per-email-really/>

<https://theshiftproject.org/en/article/shift-project-really-overestimate-carbon-footprint-video-analysis/>



## La vidéo la plus vue : « Baby Shark » de Pinkfong

- 15 500 000 000 vues en janvier 2025
- 2,17 min
- Full-HD (15Go/120min): 0,2715 Go
- Au total: 15 500 000 000 x 0,2715
  - 4 208 250 000 Go = 4 208 250 To = 4 208,25 Po = 4,20825 Eo
- Coût énergétique

Fibre: 0,05 Wh / Mo

$$0,05 \times 4,20825 \times 10^{12}$$

$$= 210\,412\,500\,000\text{ Wh}$$

$$= 210\,412,5\text{ MWh}$$

4G: 0,9 Wh / Mo

$$0,9 \times 4,20825 \times 10^{12}$$

$$= 3\,787\,425\,000\,000\text{ Wh}$$

$$= 3\,787\,425\text{ MWh}$$





## La vidéo la plus vue : « Baby Shark » de Pinkfong

- 15 500 000 000 vues en janvier 2025
- 2,17 min
- Full-HD (15Go/120min): 0,2715 Go
- Au total: 15 500 000 000 x 0,2715
  - 4 208 250 000 Go = 4 208 250 To = 4 208,25 Po = 4,20825 Eo
- Coût énergétique

Fibre: 0,05 Wh / Mo

$$0,05 \times 4,20825 \times 10^{12}$$

$$= 210\,412\,500\,000\text{ Wh}$$

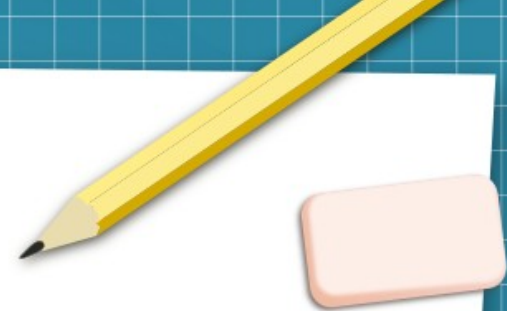
$$= 210\,412,5\text{ MWh}$$

4G: 0,9 Wh / Mo

$$0,9 \times 4,20825 \times 10^{12}$$

$$= 3\,787\,425\,000\,000\text{ Wh}$$

$$= 3\,787\,425\text{ MWh}$$



500 000 MWh / mois



## La vidéo la plus vue : « Baby Shark » de Pinkfong

- 15 500 000 000 vues en janvier 2025
- 2,17 min
- Full-HD (15Go/120min): 0,2715 Go
- Au total: 15 500 000 000 x 0,2715
  - 4 208 250 000 Go = 4 208 250 To = 4 208,25 Po = 4,20825 Eo
- Coût énergétique

Fibre: 0,05 Wh / Mo

$$0,05 \times 4,20825 \times 10^{12}$$

$$= 210\,412\,500\,000\text{ Wh}$$

$$= 210\,412,5\text{ MWh}$$

12 jours 12 h

4G: 0,9 Wh / Mo

$$0,9 \times 4,20825 \times 10^{12}$$

$$= 3\,787\,425\,000\,000\text{ Wh}$$

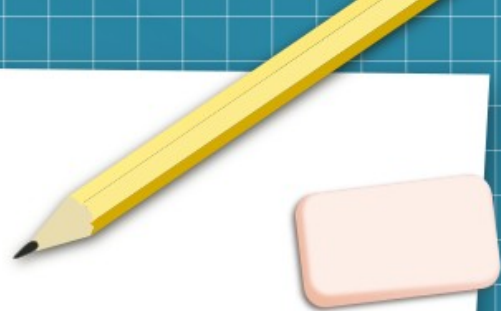
$$= 3\,787\,425\text{ MWh}$$

7 mois 16 j



500 000 MWh / mois

# NETFLIX



- Utilisateurs actifs revendiqués France : 10 000 000
- 1 Film Full-HD de 2h ~ 15 Go
- Si la moitié des utilisateurs regardent le film :  
 $15 * 5\,000\,000 = 75\,000\,000\text{ Go} = 75\,000\text{ To} = 75\text{ Po}$

Fibre: 0,05 Wh / Mo

$$0,05 \times 75 \times 10^9$$

$$= 3\,750\,000\,000\text{ Wh}$$

$$= 3\,750\text{ MWh}$$

4G: 0,9 Wh / Mo

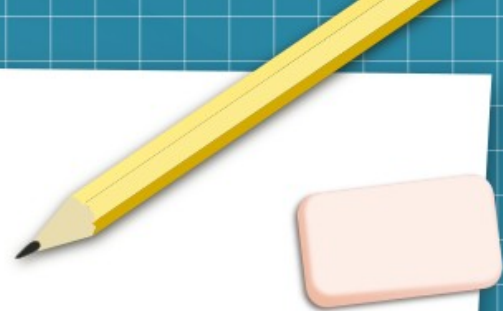
$$0,9 \times 75 \times 10^9$$

$$= 67\,500\,000\,000\text{ Wh}$$

$$= 67\,500\text{ MWh}$$

# NETFLIX

- Utilisateurs actifs revendiqués France : 10 000 000
- 1 Film Full-HD de 2h ~ 15 Go
- Si la moitié des utilisateurs regardent le film :  
 $15 * 5\,000\,000 = 75\,000\,000\text{ Go} = 75\,000\text{ To} = 75\text{ Po}$



16 666 MWh / jour

Fibre: 0,05 Wh / Mo

$$0,05 \times 75 \times 10^9$$

$$= 3\,750\,000\,000\text{ Wh}$$

$$= 3\,750\text{ MWh}$$

4G: 0,9 Wh / Mo

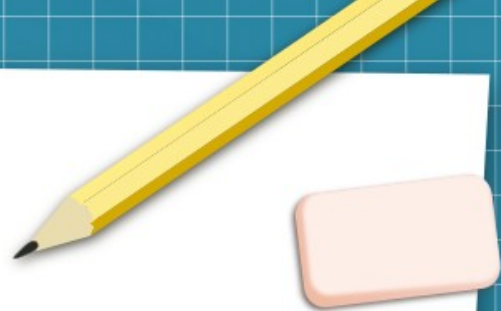
$$0,9 \times 75 \times 10^9$$

$$= 67\,500\,000\,000\text{ Wh}$$

$$= 67\,500\text{ MWh}$$

# NETFLIX

- Utilisateurs actifs revendiqués France : 10 000 000
- 1 Film Full-HD de 2h ~ 15 Go
- Si la moitié des utilisateurs regardent le film :  
 $15 * 5\,000\,000 = 75\,000\,000\text{ Go} = 75\,000\text{ To} = 75\text{ Po}$



16 666 MWh / jour

Fibre: 0,05 Wh / Mo

$$0,05 \times 75 \times 10^9$$

$$= 3\,750\,000\,000\text{ Wh}$$

$$= 3\,750\text{ MWh}$$

5 heures 24 min

4G: 0,9 Wh / Mo

$$0,9 \times 75 \times 10^9$$

$$= 67\,500\,000\,000\text{ Wh}$$

$$= 67\,500\text{ MWh}$$

4 jours

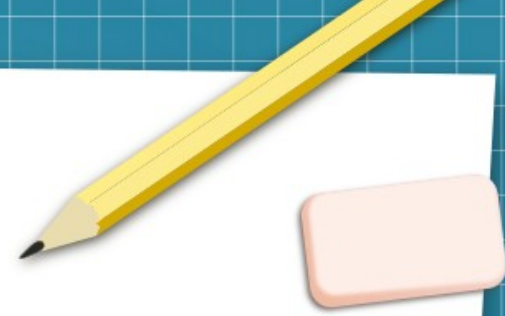
=

4 Réacteurs



# NETFLIX

- Utilisateurs actifs revendiqués France : 10 000 000
- 1 Film Full-HD de 2h ~ 15 Go
- Si la moitié des utilisateurs regardent le film :  
 $15 * 5\,000\,000 = 75\,000\,000\text{ Go} = 75\,000\text{ To} = 75\text{ Po}$

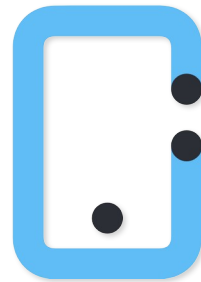
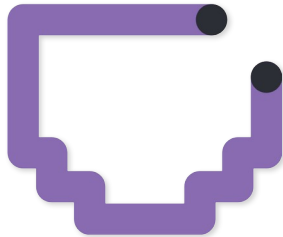


16 666 MWh / jour

Fibre: 0,05 Wh / Mo	$0,05 \times 75 \times 10^9$	= 3 750 000 000 Wh	5 heures 24 min
		= 3 750 MWh	
4G: 0,9 Wh / Mo	$0,9 \times 75 \times 10^9$	= 67 500 000 000 Wh	4 jours = 4 Réacteurs
		= 67 500 MWh	



# Quelques pistes pour diminuer notre empreinte numérique





# Se dé-Googliser !




**Collectif des Hébergeurs Alternatifs, Transparents, Ouverts, Neutres et Solidaires.**

Ce collectif vise à rassembler des structures proposant des services en ligne libres, éthiques et décentralisés afin de permettre aux utilisateur·ices de trouver rapidement des alternatives respectueuses de leurs données et de leur vie privée aux services proposés par les GAFAM.

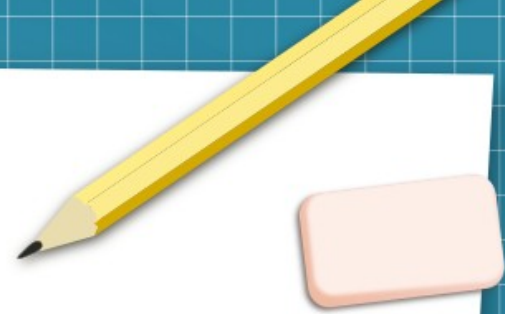
CHATONS est un collectif initié par l'association Framasoft en 2016 suite au succès de sa campagne Dégooglisons Internet.

<https://www.chatons.org>

CHATON (Strasbourg)	Organisation	Public	Site web
ReflexLibre	Entreprise	Associations et PME	<a href="https://reflexlibre.net">https://reflexlibre.net</a>
Alsace Réseau Neutre 	Association de bénévoles	Tous	<a href="https://arn-fai.net">https://arn-fai.net</a>
Zaclys	Entrerprise	Tous	<a href="https://www.zaclys.com">https://www.zaclys.com</a>



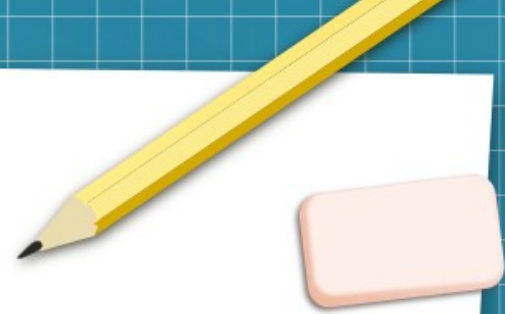
# Limiter et réparer !



- Limiter le renouvellement au maximum
  - Entretenir les équipements par les logiciels libres !
  - Promouvoir la seconde main et l'occasion
- Lors d'achat privilégier du matériel réparable
  - Smartphone : Fairphone 5
  - PC de bureau à la place d'un PC portable
  - Passer aux logiciels libres !
- Ne pas acheter d'objet connecté



# Les logiciels libres !



- **Le code est ouvert**

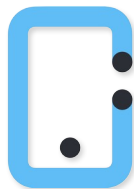
Impossible de faire de l'obsolescence programmée logicielle !

Allonge directement la durée de vie des équipements !

- **Utiliser le système d'exploitation libre Linux**

- Il est possible de mettre à jour votre PC !
- A l'achat d'un nouveau PC demandez exigez Linux !
- Les GAFAM utilisent Linux, pourquoi pas vous ?





# Les logiciels libres !



- **Venez découvrir Linux !**

- Initiation Linux et ligne de commande

**28/10/2025**

A l'IPCMS de 10h à 16h

- Installer Linux avec ***l'aCROciation***

**22/11/2025**

A K'Hutte de 14h à 16h

- **Café HOP ! mensuel avec ARN**

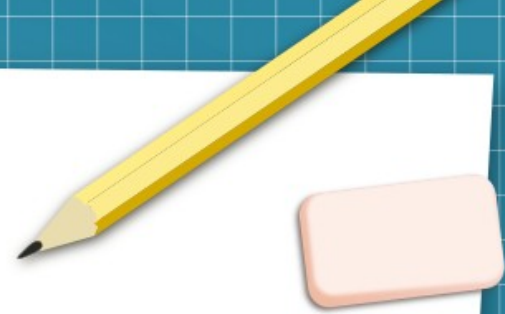
<https://arn-fai.net/agenda>



**13/12/2025**

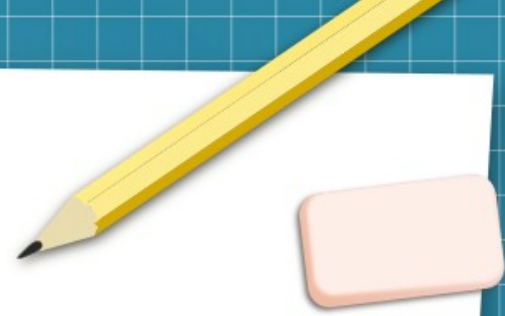


# Prendre conscience

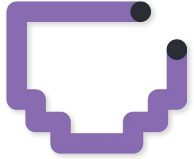


- **Éteindre** votre box internet et autres objets connectés
  - La nuit
  - En votre absence
- **Naviguer intelligemment** (limiter les flux de données)
  - Baisser la résolution de base des vidéos
  - Utiliser un bloqueur de publicités
- **Communiquer intelligemment**
  - Nettoyer votre boîte de messagerie
  - Limiter la taille (quantité de données) de vos messages
- Avoir conscience que vos usages ont un impact

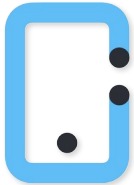
# En résumé



- Se dé-Googliser et utiliser un **CHATONS**



- Privilégier les **réseaux filaires** aux réseaux mobiles



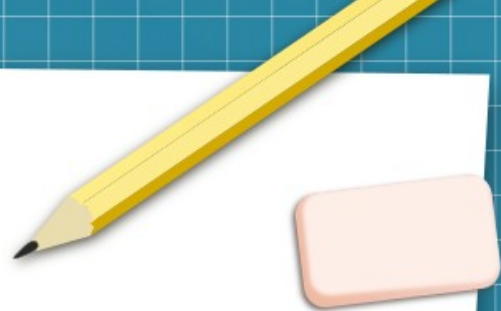
- **Limiter le renouvellement** de ses équipements
- Privilégier les équipements **réparables**, et le **ré-emploi**
- Utiliser les **logiciels libres** pour prolonger la durée de vie des équipements



- Comprendre que ses **usages ont un impact**
- Communiquer intelligemment et **réduire l'empreinte des messages**
- Naviguer intelligemment sur internet et **bloquer les contenus gourmands**



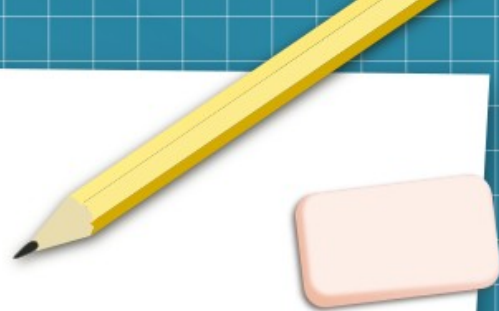
## Et ensemble alors ?



- **Gouvernance d'un laboratoire de recherche \***
  - **Poste de travail au sein de l'unité de recherche \***
- \* ou entreprise, collectivité, association ...**



## Et ensemble alors ?



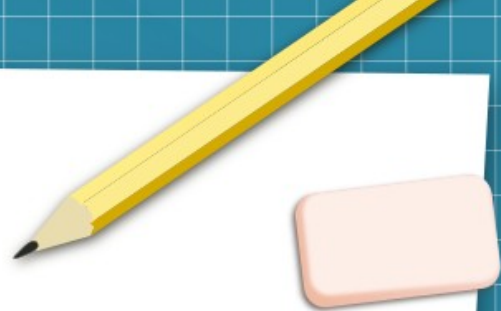
- **Gouvernance d'un laboratoire de recherche**
  - Nommer et former un / une **responsable** « Numérique soutenable »
  - Définir une **stratégie ET** un **budget** « Numérique soutenable »
    - Favoriser le **ré-emploi**
    - **Réduire** les achats numériques, et faire des achats **durables**
    - Communiquer et sensibiliser : **éduquer** (fresque du climat / numérique)
  - Avoir des **objectifs** : évaluer régulièrement l'empreinte\* du laboratoire
  - Afficher de la **solidarité** et prendre un engagement collectif

\* CO<sub>2</sub>, énergie ...



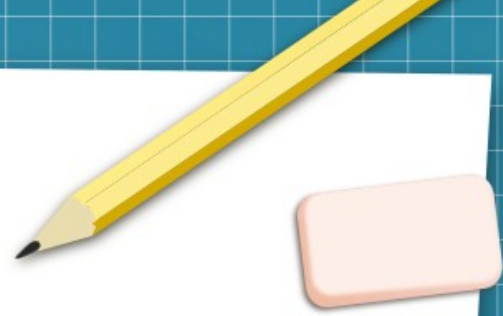


## Et ensemble alors ?



- Poste de travail au sein de l'unité de recherche
  - Privilégier la mise à jour et le ré-emploi plutôt que le neuf
    - Logiciels libres
    - Linux
  - Éteindre vos équipements plutôt que les mettre en veille\*
  - Limiter le nombre d'équipements (ex : écrans) par personne

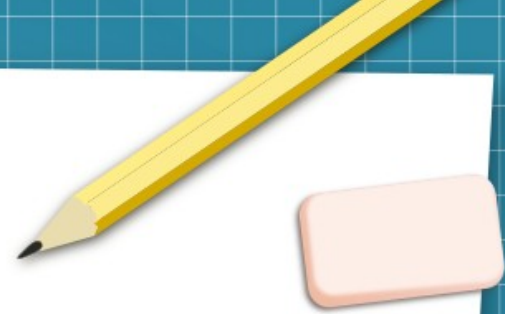
\* Connexion à distance depuis le domicile par VPN - WoL « Wake On Lan »



**Merci pour votre attention !**

**Questions ?**

# Un petit quiz pour finir !

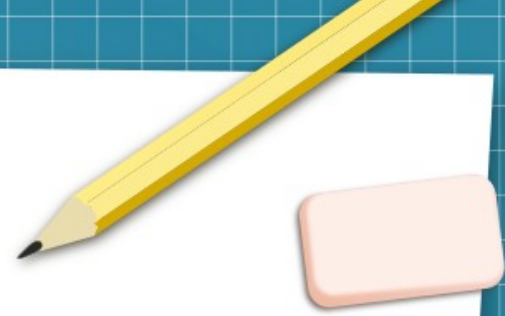


- 1) Allez sur : <https://digistorm.app/>
- 2) Cliquez sur “Participer”
- 3) Entrez le code **6899160**

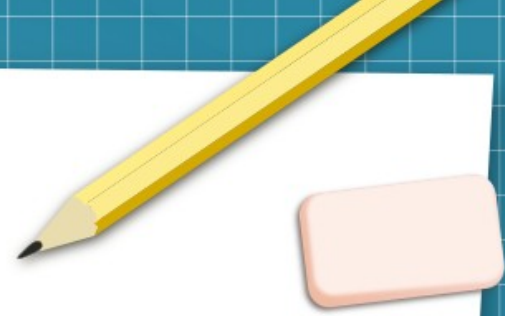


<https://digistorm.app/p/6899160>

# Interro sur-multi-prise !



# 1. **GAFAM** c'est un acronyme, oui, mais ça veut dire quoi ?



- **G**éants, **A**méricains, **F**rançais, **A**nglais du **M**ultimédia
- **G**oogle, **A**pple, **F**acebook, **A**mazons, **M**icrosoft
- **G**roupe d'**A**pplications **F**onctionnelles d'**A**nalyse du **M**arché
- **G**roupement des **A**cteurs du **F**utur des **A**pplications **M**obiles
- **G**lobal **A**dministration for the **F**uture of **A**utomated **M**achines

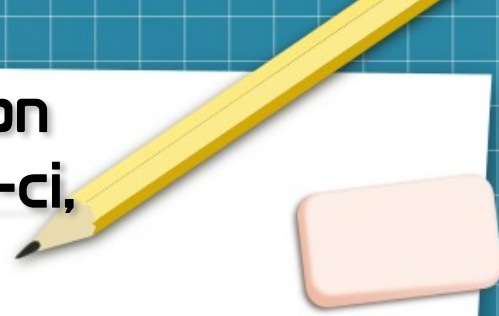


# 1. GAFAM c'est un acronyme, oui, mais ça veut dire quoi ?



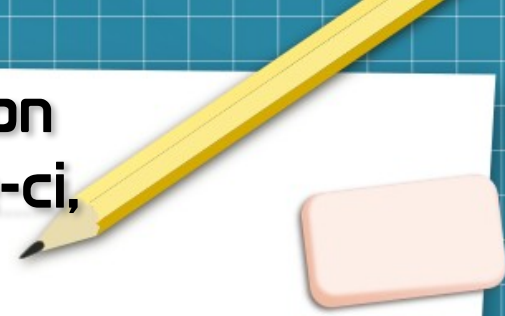
- Géants, Américains, Français, Anglais du Multimédia
- ✓ Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft
- Groupe d'Applications Fonctionnelles d'Analyse du Marché
- Groupement des Acteurs du Futur des Applications Mobiles
- Global Administration for the Future of Automated Machines

## **2. Le numérique c'est une chaîne, attention quelques intrus se sont glissés dans celle-ci, lesquels ?**



- **Infrastructure (data centers, stockage et traitement des données)**
- **Centrale de production d'énergie (pour alimenter le système)**
- **Réseau (échange des données)**
- **Opérateur de téléphonie (pour se connecter au réseau)**
- **Terminaux (traitement et création des données)**
- **Utilisatrices et utilisateurs**
- **Autorité de contrôle des utilisateurs**

## 2. Le numérique c'est une chaîne, attention quelques intrus se sont glissés dans celle-ci, lesquels ?



- Infrastructure (data centers, stockage et traitement des données)
- ✓ Centrale de production d'énergie (pour alimenter le système)
- Réseau (échange des données)
- ✓ Opérateur de téléphonie (pour se connecter au réseau)
- Terminaux (traitement et création des données)
- Utilisatrices et utilisateurs
- ✓ Autorité de contrôle des utilisateurs

### **3. L'idée de scénario est très utilisée dans l'écologie.**

**Dans le cas du numérique une étude conjointe de l'ADEME (Agence de la transition écologique) et de l'ARCEP (Agence de régulation des communications et des postes et de la distribution de la presse) sur les émissions de CO<sub>2</sub> liées au numérique a mis en avant que la baisse de ces émissions ne pouvaient être réellement importantes que dans le cadre de la mise en place d'un:**

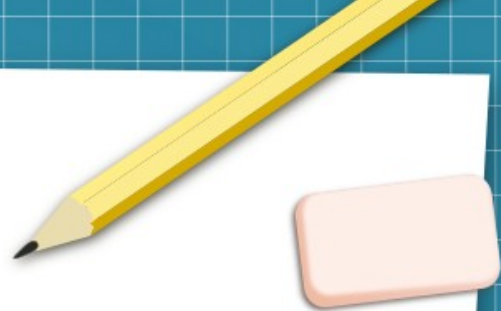
- **Plan d'évaluation de l'état des centrales nucléaires Françaises**
- **Passage à la 5G, voir la 6G le plus rapidement possible**
- **Scénario de coopérations territoriales**
- **Retour généralisé à la machine à écrire**
- **Changement d'ordinateur et/ou de smartphone adaptés aux dernières technologies réseaux pour l'ensemble des utilisatrices et utilisateurs**

3. L'idée de scénario est très utilisée dans l'écologie, dans le cas du numérique une étude conjointe de l'ADEME (Agence de la transition écologique) et de l'ARCEP (Agence de régulation des communications et des postes et de la distribution de la presse) sur les émissions de CO<sub>2</sub> liées au numérique a mis en avant que la baisse de ces émissions ne pouvaient être réellement importantes que dans le cadre de la mise en place d'un:

- Plan d'évaluation de l'état des centrales nucléaires Françaises
- Passage à la 5G, voir la 6G le plus rapidement possible
- ✓ **Scénario de coopérations territoriales**
- Retour généralisé à la machine à écrire
- Changement d'ordinateur et/ou de smartphone adaptés aux dernières technologies réseaux pour l'ensemble des utilisatrices et utilisateurs

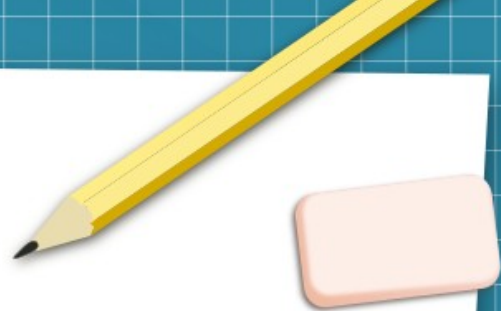


**4. La très grande majorité des éléments chimiques, briques de base de la construction dans les hautes technologies, sont présentes sur Terre en quantités:**



- **Importantes**
- **Moyennes**
- **Faibles**
- **Très limités**
- **Critiques**

**4. La très grande majorité des éléments chimiques, briques de base de la construction dans les hautes technologies, sont présentes sur Terre en quantités:**



- Importantes
- Moyennes
- Faibles
- Très limités
- ✓ Critiques

## 5. Combien y a t'il d'équipements numériques connectés (terminaux) dans le monde ?

- ~ 6 000 000
- ~ 60 000 000
- ~ 600 000 000
- ~ 6 000 000 000
- ~ 60 000 000 000

## 5. Combien y a t'il d'équipements numériques connectés (terminaux) dans le monde ?

- ~ 6 000 000
- ~ 60 000 000
- ~ 600 000 000
- ~ 6 000 000 000
- ~ **60 000 000 000**

**6. Combien d'équipements numériques connectés (terminaux)  
de tous types sont produits chaque année dans le monde ?**



- ~ 600 000
- ~ 6 000 000
- ~ 60 000 000
- ~ 600 000 000
- ~ 6 000 000 000

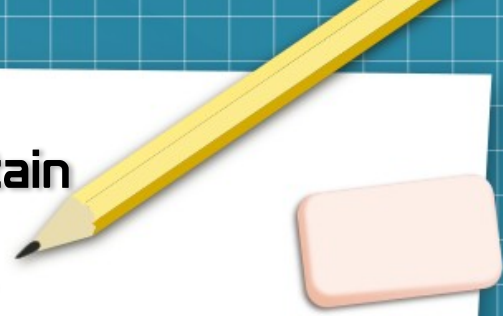


6. Combien d'équipements numériques connectés (terminaux) de tous types sont produits chaque année dans le monde ?

- ~ 600 000
- ~ 6 000 000
- ~ 60 000 000
- ~ 600 000 000
- ~ 6 000 000 000

**7. Il y peu de recyclage, et malheureusement un certain nombre de ces équipements finissent dans les décharges des pays les plus pauvres, combien ?**

- ~ 10%
- ~ 20%
- ~ 30%
- ~ 40%
- ~ 50%
- ~ 60%



7. Il y peu de recyclage, et malheureusement un certain nombre de ces équipements finissent dans les décharges des pays les plus pauvres, combien ?

- ~ 10%
- ~ 20%
- ~ 30%
- ~ 40%
- ~ 50%
- ✓ ~ 60%

**8. La facture énergétique dans le numérique est répartie entre l'infrastructure, le réseau et les terminaux, oui mais dans quelles proportions ?**

- **Infrastructure 50%, réseau 0%, terminaux 50%**
- **Infrastructure 33%, réseau 0%, terminaux 66%**
- **Infrastructure 25%, réseau 0%, terminaux 75%**
- **Infrastructure 33%, réseau 33%, terminaux 33%**
- **Infrastructure 25%, réseau 25%, terminaux 50%**

**8. La facture énergétique dans le numérique est répartie entre l'infrastructure, le réseau et les terminaux, oui mais dans quelles proportions ?**

- Infrastructure 50%, réseau 0%, terminaux 50%
- Infrastructure 33%, réseau 0%, terminaux 66%
- Infrastructure 25%, réseau 0%, terminaux 75%
- ✓ **Infrastructure 33%, réseau 33%, terminaux 33%**
- Infrastructure 25%, réseau 25%, terminaux 50%



**9. Depuis quelques années l'essor de l'IA devient une question centrale dans la prise en compte des enjeux environnementaux liés au numérique, pourquoi ?**

- **L'IA a besoin de plusieurs types de datacenter**
- **Entraîner l'IA demande une énorme puissance de calcul**
- **Entraîner l'IA demande une énorme capacité de stockage**
- **Utiliser l'IA demande une énorme infrastructure réseau**
- **Utiliser l'IA demande une énorme disponibilité de machines**

**9. Depuis quelques années l'essor de l'IA devient une question centrale dans la prise en compte des enjeux environnementaux liés au numérique, pourquoi ?**

- ✓ **L'IA a besoin de plusieurs types de datacenter**
- ✓ **Entraîner l'IA demande une énorme puissance de calcul**
- ✓ **Entraîner l'IA demande une énorme capacité de stockage**
- ✓ **Utiliser l'IA demande une énorme infrastructure réseau**
- ✓ **Utiliser l'IA demande une énorme disponibilité de machines**



**10. L'obsolescence programmée est une pratique illégale en France, et ce qu'elle soit matérielle, logicielle ou encore marketing.**

**Pourtant elle est très répandue dans le numérique.**

**L'obsolescence logicielle programmée est rendue possible à cause:**

- **Des logiciels Libres**
- **Des logiciels propriétaires**



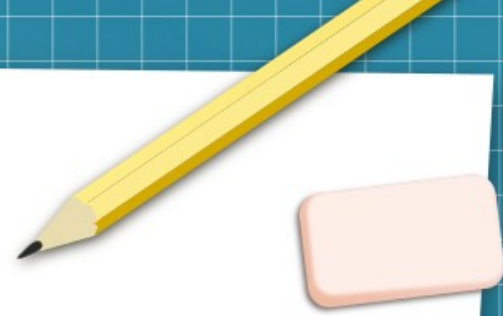
**10. L'obsolescence programmée est une pratique illégale en France,  
et ce qu'elle soit matérielle, logicielle ou encore marketing.**

**Pourtant elle est très répandue dans le numérique.**

**L'obsolescence logicielle programmée est rendue possible à cause:**

- **Des logiciels Libres**
- ✓ **Des logiciels propriétaires**

## **11. Le flux de données sur internet est principalement:**



- **De l'échange d'emails**
- **De l'échange sur les réseaux sociaux**
- **De l'écoute de podcasts**
- **Du visionnage de vidéos**
- **Du partage de photos de chats**



## 11. Le flux de données sur internet est principalement:



- De l'échange d'emails
- De l'échange sur les réseaux sociaux
- De l'écoute de podcasts
- ✓ Du visionnage de vidéos
- Du partage de photos de chats



**12. Pour vous dé-googliser votre infrastructure  
(le datacenter que vous utilisez, par exemple pour le  
travail collaboratif) vous pouvez faire appel aux:**

- **MINETS**
- **CHIOTS**
- **FELINS**
- **CHATONS**

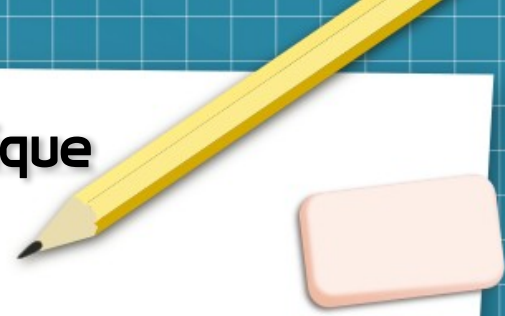


**12. Pour vous dé-googliser votre infrastructure  
(le datacenter que vous utilisez, par exemple pour le  
travail collaboratif) vous pouvez faire appel aux:**

- MINETS
- CHIOTS
- FELINS
- ✓ **CHATONS**

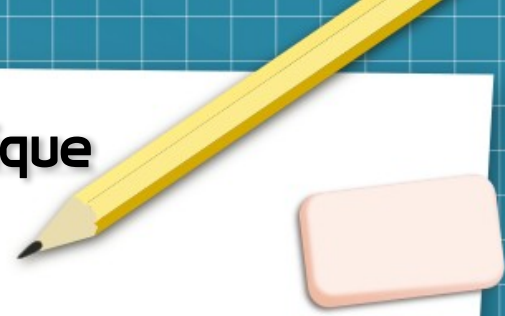
**Collectif des Hébergeurs Alternatifs Transparents Ouverts Neutres et Solidaires**

**13. Si vous voulez réduire l'empreinte énergétique  
liée à votre utilisation du numérique,  
vous devez privilégier:**



- **La 4G**
- **La 5G**
- **Le WiFi**
- **La fibre optique**

**13. Si vous voulez réduire l'empreinte énergétique  
liée à votre utilisation du numérique,  
vous devez privilégier:**



- La 4G
- La 5G
- ✓ Le WiFi
- ✓ La fibre optique

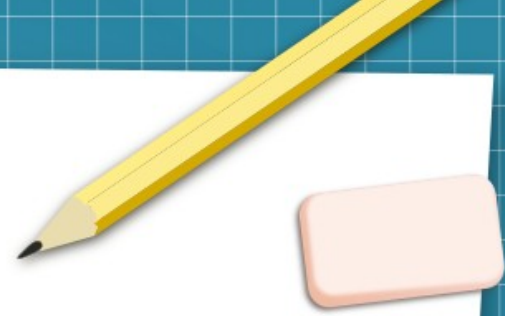


## **14. Si vous voulez réduire l'empreinte environnementale liée à votre utilisation du numérique, vous devez:**



- Acheter du matériel de dernière génération dès que possible
- Acheter du matériel le plus réparable possible
- Privilégier le remploi et la réparation
- Utiliser des logiciels propriétaires, validés et proposés par les GAFAM
- Utiliser des logiciels Libres pour prolonger la durée de vie des équipements
- Comprendre que vos usages ont un impact et agir en conséquence
- Privilégier de manière systématique les vidéos en 4K ou Full-HD dans le pire des cas

## 14. Si vous voulez réduire l'empreinte environnementale liée à votre utilisation du numérique, vous devez:



- Acheter du matériel de dernière génération dès que possible
- ✓ Acheter du matériel le plus réparable possible
- ✓ Privilégier le remploi et la réparation
- Utiliser des logiciels propriétaires, validés et proposés par les GAFAM
- ✓ Utiliser des logiciels Libres pour prolonger la durée de vie des équipements
- ✓ Comprendre que vos usages ont un impact et agir en conséquence
- Privilégier de manière systématique les vidéos en 4K ou Full-HD dans le pire des cas