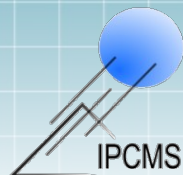


Impact environnemental du numérique ...

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

Dr. Sébastien Le Roux

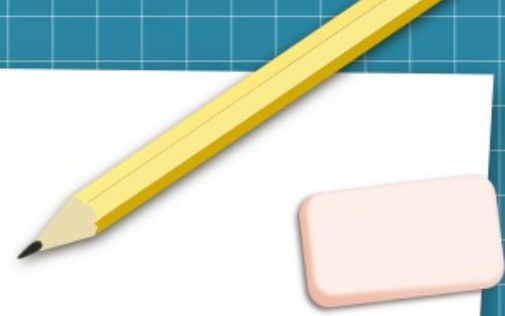
En collaboration avec **Alsace Réseau Neutre**



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. ^D		Etats-Unis		3,68 T USD	243,36 USD	-0,20%	0,76	
NVDA	NVIDIA Corporation ^D		Etats-Unis		3,54 T USD	144,47 USD	+4,45%	1,22	
MSFT	Microsoft Corporation ^D		Etats-Unis		3,15 T USD	423,35 USD	+1,14%	0,80	
AMZN	Amazon.com, Inc. ^D		Etats-Unis		2,36 T USD	224,19 USD	+1,80%	0,80	
GOOG	Alphabet Inc. ^D		Etats-Unis		2,36 T USD	193,13 USD	+1,31%	0,68	
2222	SAUDI ARABIAN OIL CO. ^D		Arabie Saoudite		1,81 T USD	27,95 SAR	-0,36%	2,17	
META	Meta Platforms, Inc. ^D		Etats-Unis		1,53 T USD	604,63 USD	+0,90%	0,84	
TSLA	Tesla, Inc. ^D		Etats-Unis		1,32 T USD	410,44 USD	+8,22%	1,01	
AVGO	Broadcom Inc. ^D		Etats-Unis		1,09 T USD	232,55 USD	+0,25%	0,59	
BRK.A	Berkshire Hathaway Inc. ^D		Etats-Unis		978,68 B USD	681 460,00 USD	+0,88%	0,92	
2330	TAIWAN SEMICONDUCTO... ^D		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									
Données									
Symbole				Pays	Capitalisation boursière		Prix	Variation %	Volume Rel
100									
	AAPL	Apple Inc. ^D		Etats-Unis	3,68 T USD		243,36 USD	-0,20%	0,76
	NVDA	NVIDIA Corporation ^D		Etats-Unis	3,54 T USD		144,47 USD	+4,45%	1,22
	MSFT	Microsoft Corporation ^D		Etats-Unis	3,15 T USD		423,35 USD	+1,14%	0,80
	AMZN	Amazon.com, Inc. ^D		Etats-Unis	2,36 T USD		224,19 USD	+1,80%	0,80
	GOOG	Alphabet Inc. ^D		Etats-Unis	2,36 T USD		193,13 USD	+1,31%	0,68
	2222	SAUDI ARABIAN OIL CO. ^D		Arabie Saoudite	1,81 T USD		27,95 SAR	-0,36%	2,17
	META	Meta Platforms, Inc. ^D		Etats-Unis	1,53 T USD		604,63 USD	+0,90%	0,84
	TSLA	Tesla, Inc. ^D		Etats-Unis	1,32 T USD		410,44 USD	+8,22%	1,01
	AVGO	Broadcom Inc. ^D		Etats-Unis	1,09 T USD		232,55 USD	+0,25%	0,59
	BRK.A	Berkshire Hathaway Inc. ^D		Etats-Unis	978,68 B USD		681 460,00 USD	+0,88%	0,92
	2330	TAIWAN SEMICONDUCTO... ^D		Taiwan	845,78 B USD		1 125 TWD	+4,65%	2,47

Capitalisations boursières – janvier 2025

Notre monde « capitaliste » numérique

Google



Apple



Facebook



Amazon



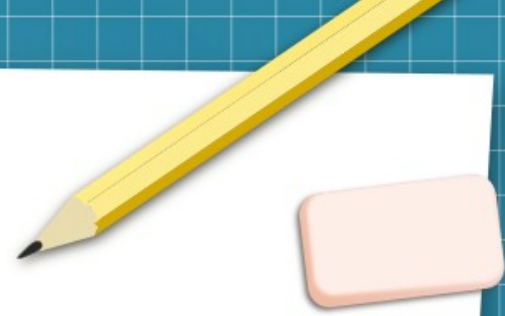
Microsoft



Vue d'ensemble				Performance	Evaluation	Dividendes	Rentabilité	Compte de résultat	Bilan	Cash Flow	Don
Symbole 100		Pays		↓ Capitalisation bours		Depuis début 2024					
	AAPL	Apple Inc. ^D	Etats-Unis	3,68 T		+ 0.8 T\$					
	NVDA	NVIDIA Corporation ^D	Etats-Unis	3,54 T		+ 2.3 T\$					
	MSFT	Microsoft Corporation ^D	Etats-Unis	3,15 T		+ 0.4 T\$					
	AMZN	Amazon.com, Inc. ^D	Etats-Unis	2,36 T		+ 0.8 T\$					
	GOOG	Alphabet Inc. ^D	Etats-Unis	2,36 T		+ 0.6 T\$					
	2222	SAUDI ARABIAN OIL CO. ^D	Arabie Saoudite	1,81 T							
	META	Meta Platforms, Inc. ^D	Etats-Unis	1,53 T		+ 0.6 T\$					
	TSLA	Tesla, Inc. ^D	Etats-Unis	1,32 T		+ 0.6 T\$					
	AVGO	Broadcom Inc. ^D	Etats-Unis	1,09 T							
	BRK.A	Berkshire Hathaway Inc. ^D	Etats-Unis	978,68 B							
	2330	TAIWAN SEMICONDUCTO... ^D	Taiwan	845,78 B							

Capitalisations boursières – janvier 2025

La solution « ultime »







Tout arrêter et partir vivre en forêt !

A yellow pencil and a pink eraser are positioned in the top right corner of the white paper, suggesting a drawing or writing activity.

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/>



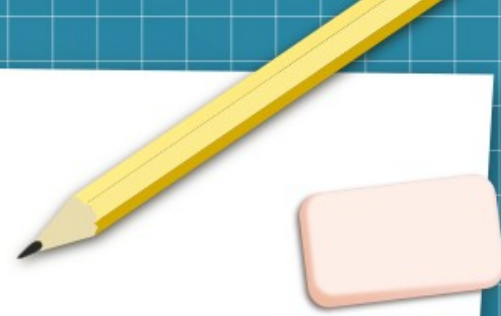
EcolInfo
Groupement de service

GDS EcolInfo du CNRS

POUR UNE INFORMATIQUE ÉCO-RESPONSABLE

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

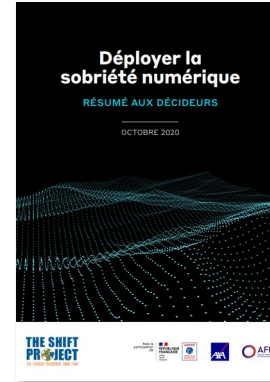
Quelques publications



- The Shift Project :

« Déployer la sobriété numérique »

octobre 2020



- Kaisen: Hors-série :

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

décembre 2020



- Monde diplomatique :

« Quand le numérique détruit la planète »

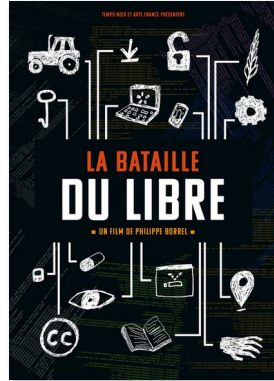
octobre 2021

Quelques documentaires



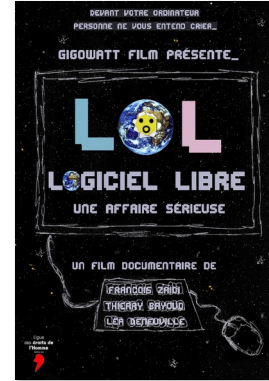
Welcome to Sodom

2018



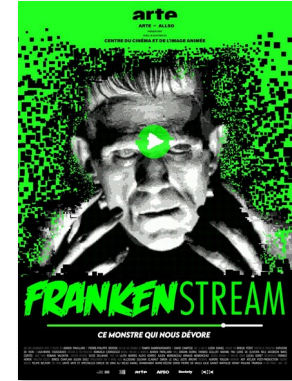
La bataille du libre

2019



LoL – Logiciel libre
« Une affaire sérieuse »

2019



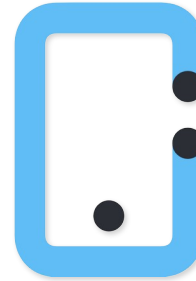
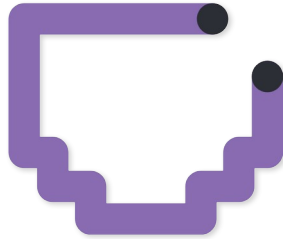
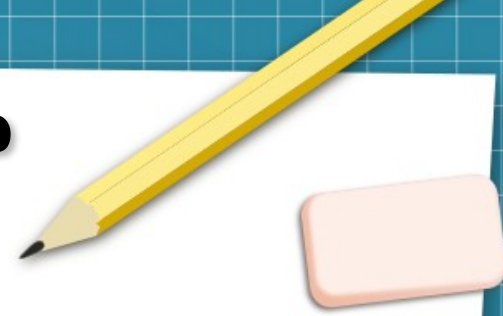
Frankenstream
« Ce monstre qui nous dévore »

2022

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

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

C'est quoi le « numérique » ?



Infrastructure

Stockage
et traitement des
données

Réseau

Échange des données

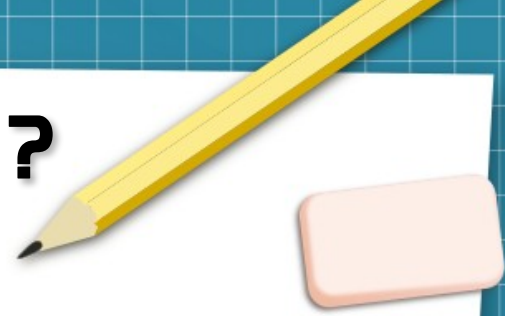
Terminaux

Traitement
et création

Utilisateur

Utilise le système

Le numérique: c'est combien ?



- Combien d'émissions CO₂
- Combien d'équipements
- Combien de ressources naturelles
- Combien de voyages
- Combien d'énergie
- Combien de recyclage

Le numérique: émissions CO₂



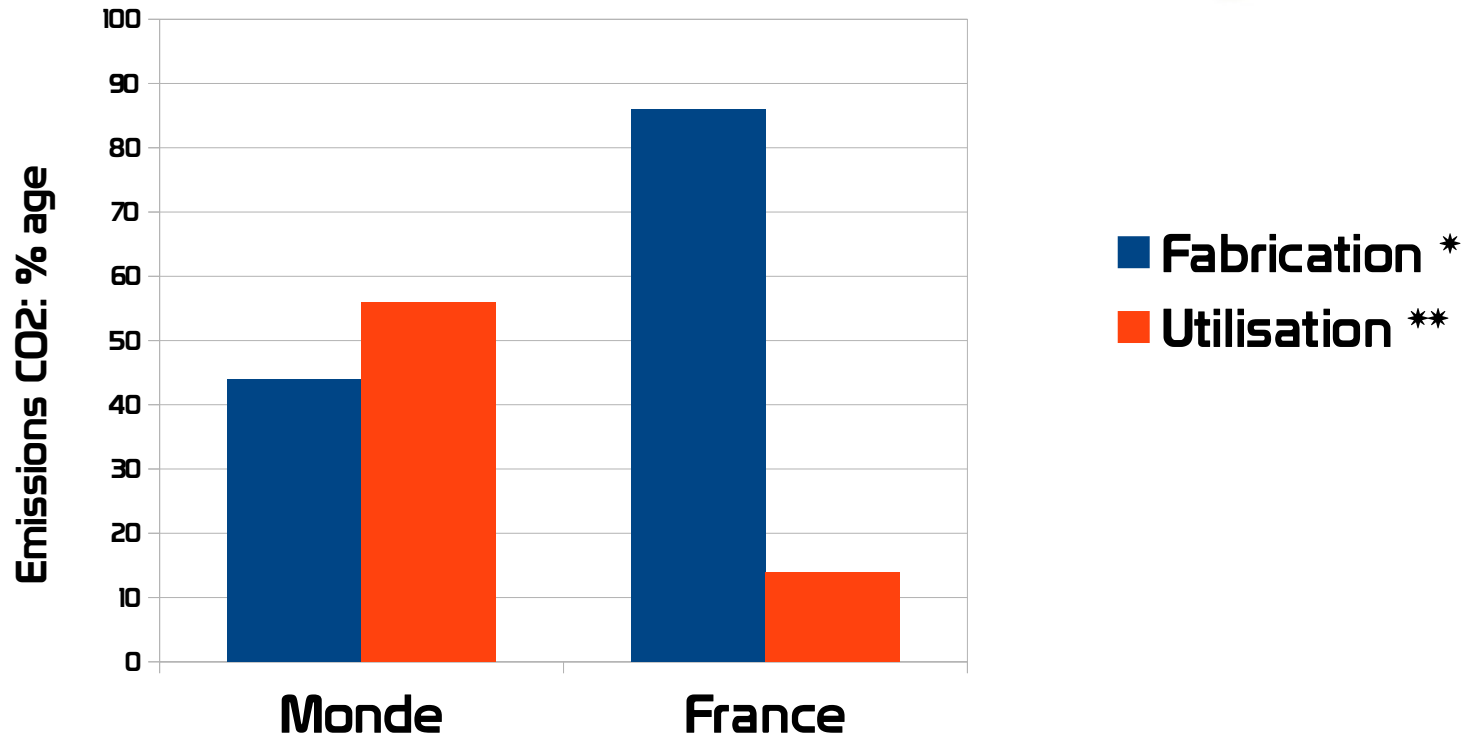
- A l'origine de **3,7 %** des émissions de gaz à effet de serre dans le monde en 2019
- **44 %** des émissions mondiales liées à la fabrication des équipements:
 - Les centres informatiques (data centers)
 - Les réseaux
 - Les terminaux (PC, portable, tablette, TV, console, appareil connecté)



En France, la fabrication comprends **86 %** des émissions totales.

- **56 %** des émissions mondiales liées à l'utilisation, pour seulement **14 %** en France.

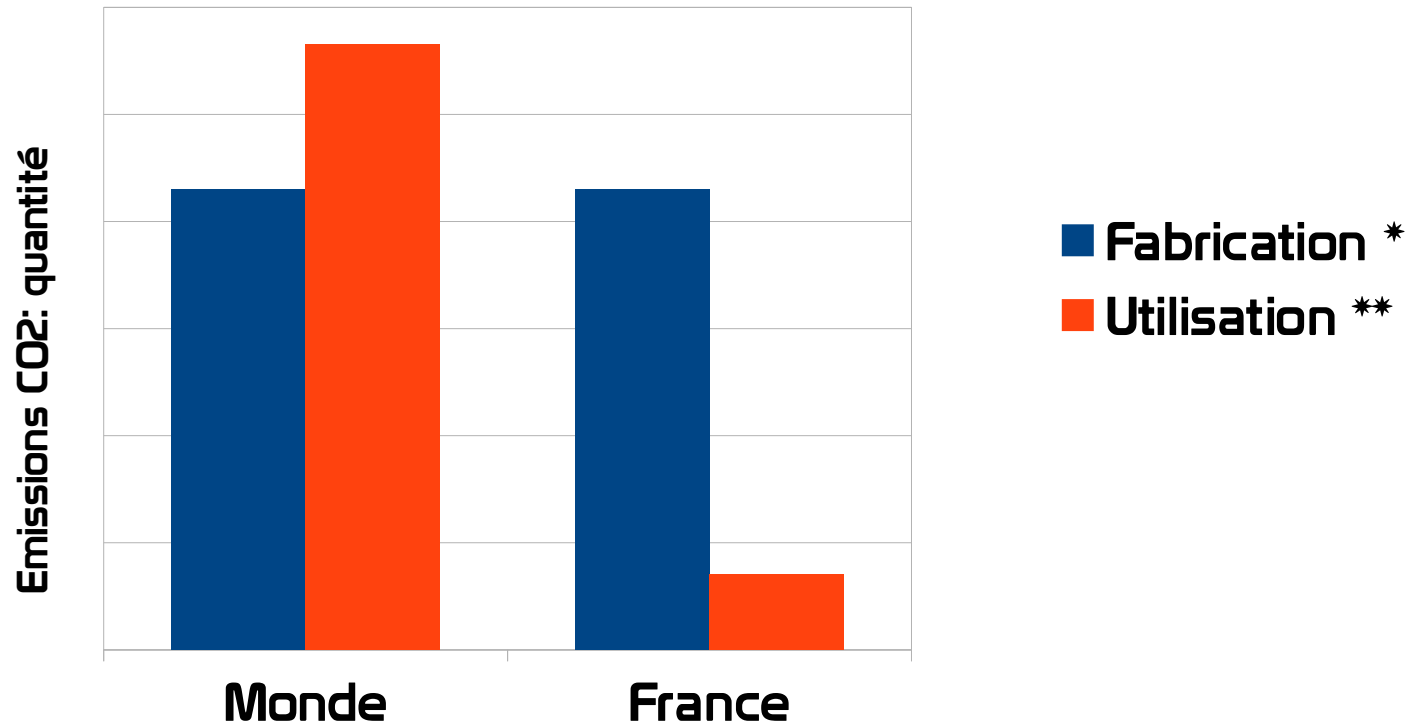
Le numérique: émissions CO₂



* Nouveaux équipements en 2017

** Tous les équipements numériques en 2017

Le numérique: émissions CO₂



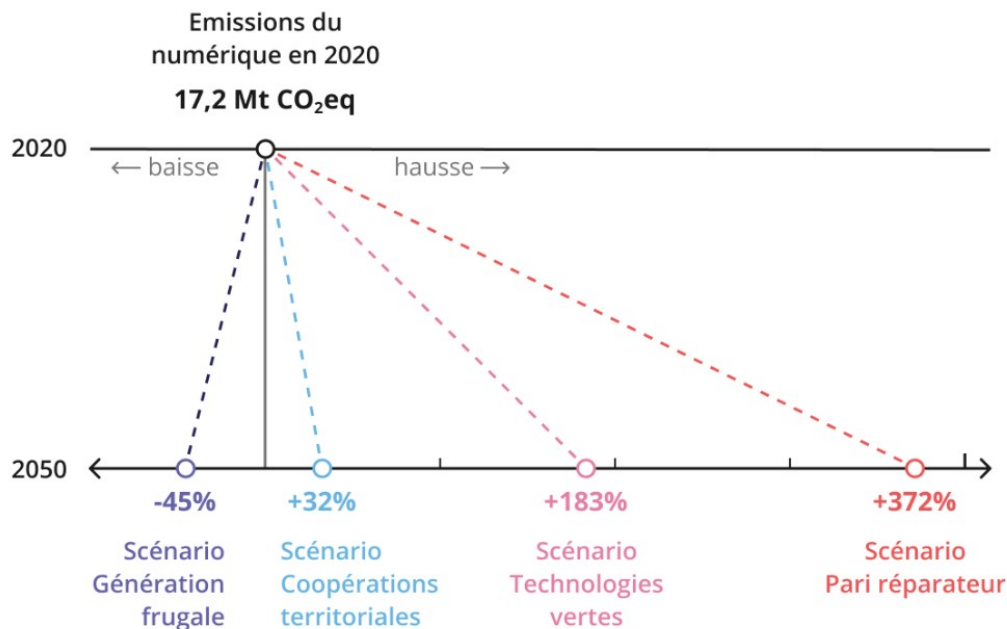
* Nouveaux équipements en 2017

** Tous les équipements numériques en 2017

Le numérique: émissions CO₂

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

Taux d'évolution des 4 scénarios prospectifs d'émissions de CO₂eq 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 MAGNÉSIUM	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 MAGNÉSIUM	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 reserves¹

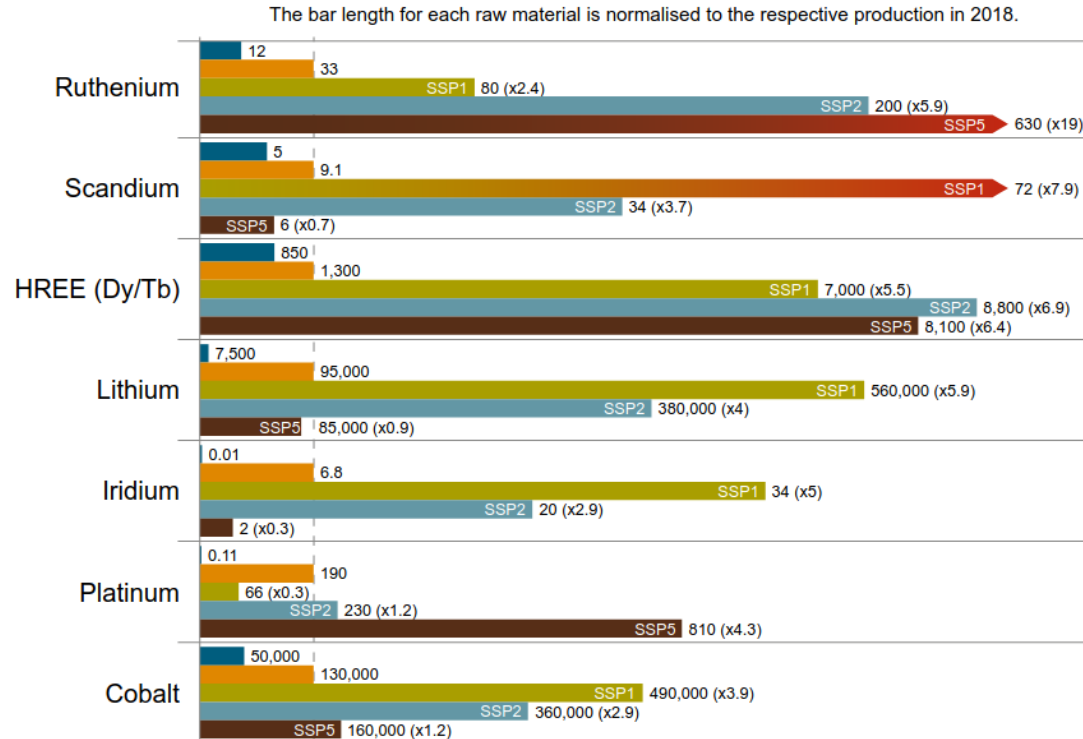


¹ Current known economical viable reserves divided by production rates

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

³ Commodity production grows by 10% CAGR over 10 years with reserves at current level

Le numérique: ressources naturelles



- Demand for emerging technologies 2018 [t]
- Production 2018 [t]
- Demand for emerging technologies 2040:
- SSP1: Sustainability [t]
- SSP2: Middle of the Road [t]
- SSP5: Fossil-fueled Development [t]

Le numérique: ressources naturelles



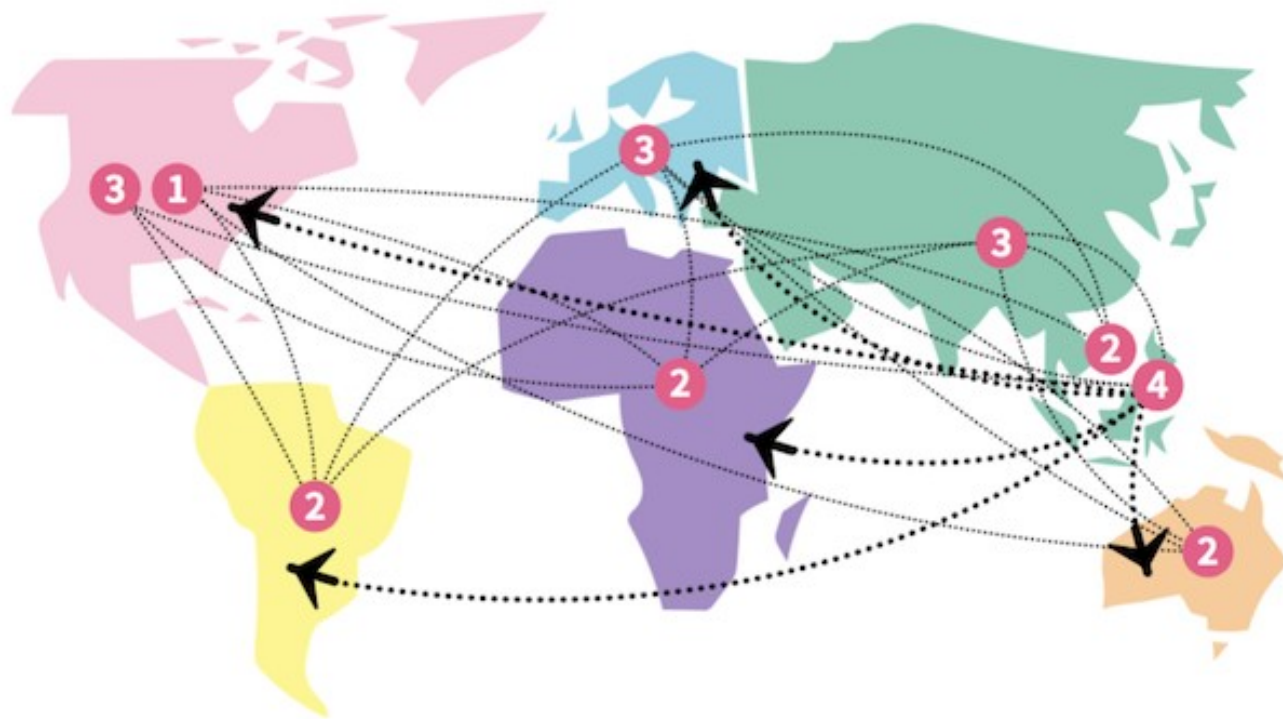
- L'unité de mesure MIPS: « **M**aterial **I**ntput **P**er unit of **S**ervice »

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

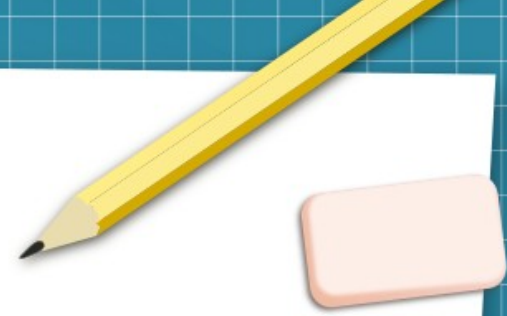
2. Extraction et transformation des matières premières en Asie du Sud-Est, en Australie, en Afrique centrale et en Amérique du Sud

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.

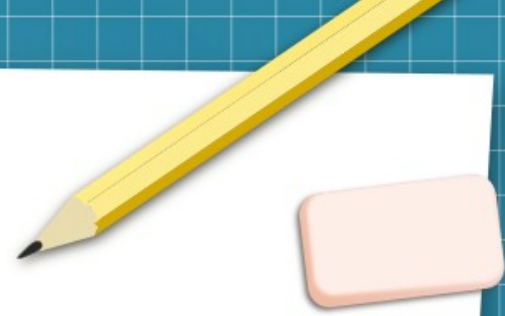
Numérique: énergie






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 %**

Numérique: énergie



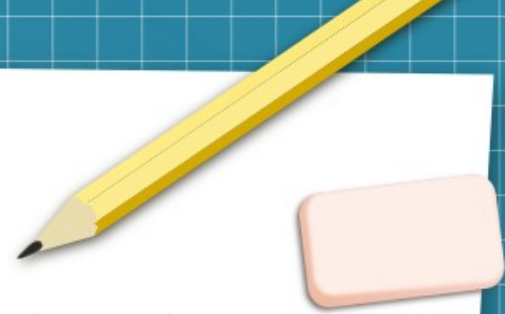
Si on fait abstraction de la quantité d'énergie nécessaire à la fabrication:

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

Des serveurs pour internet:

- ~ 12 000 000 de serveurs physiques = machines allumées 24h / 24, 365 j / an
- ~ 270 000 000 de serveurs logiciels

Le numérique: recyclage



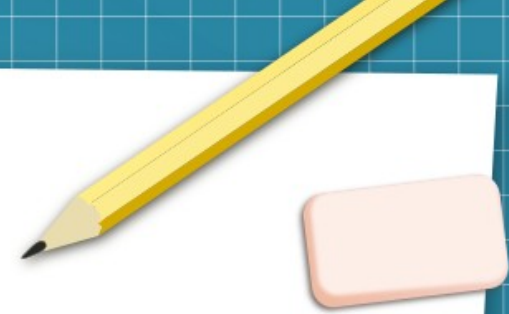
- **17,4 %** des Déchets d'Équipement Électriques et Électronique (DEEE) sont collectés dans le but d'être recyclé
- Pour le reste, les estimations sont que:
 - **7 à 20 %** sont ré-utilisés (seconde main)
 - **8 %** finissent dans les décharges des pays riches
 - Tout le reste, **54,6 à 67,6 %** sont 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

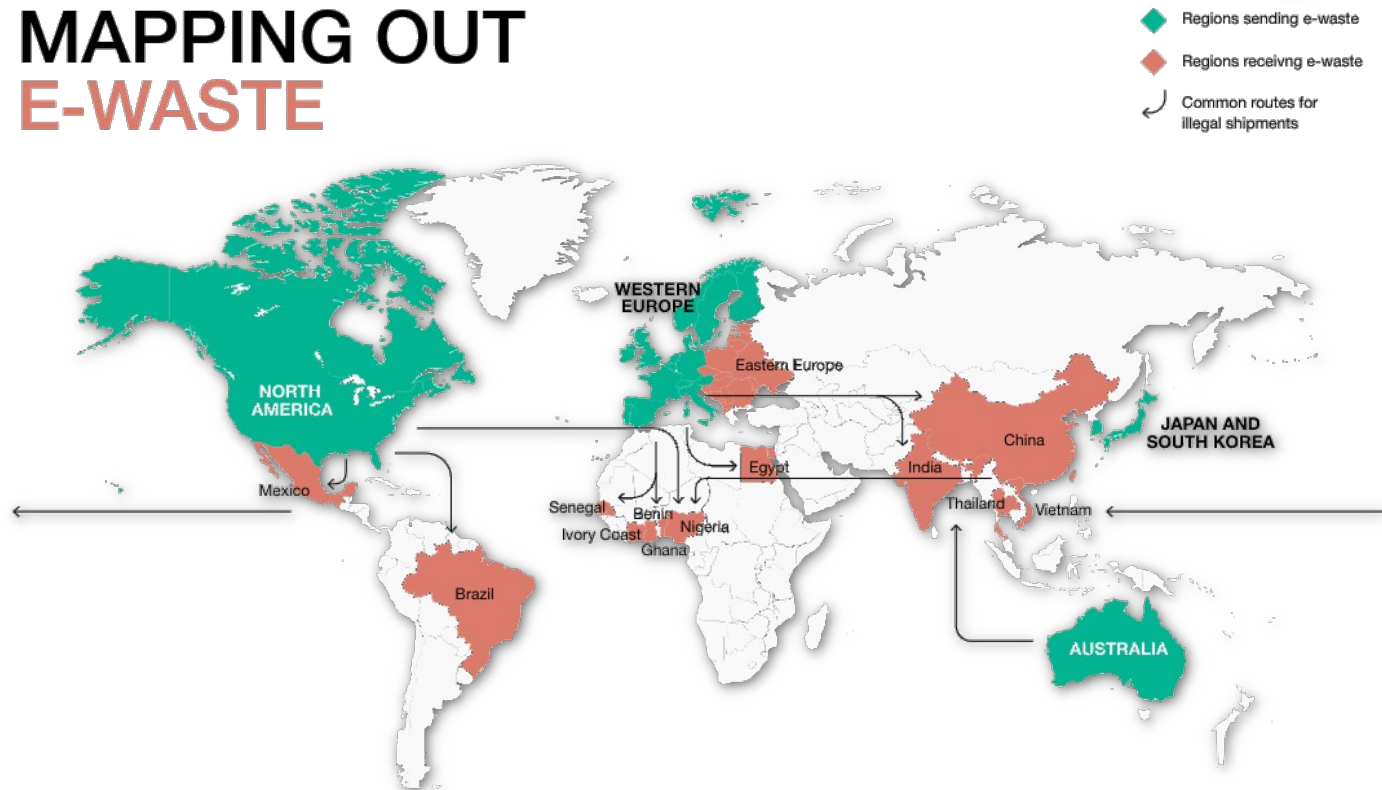


H																	He				
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	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				

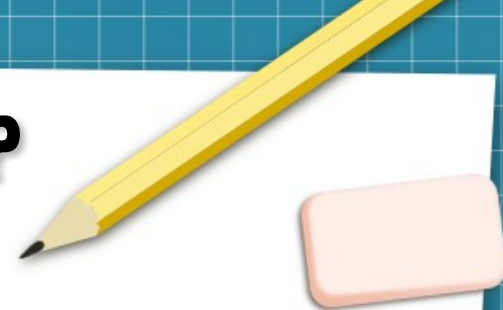


Le numérique: recyclage ??

MAPPING OUT E-WASTE

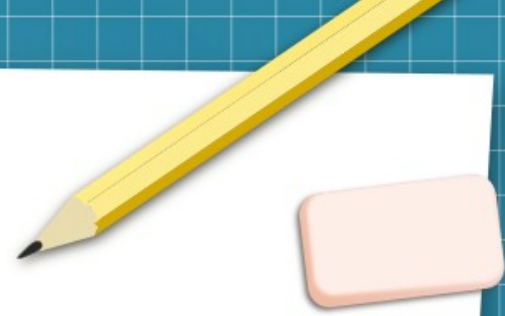


Le numérique: recyclage ???



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

Welcome to Sodom, documentaire, 2018



Infrastructure

Data centers



Data centers

Des serveurs pour internet:

- ~ 12 000 000 de serveurs physiques = machines allumées 24h / 24, 365 j / an
- ~ 270 000 000 de serveurs logiciels

+ 10 000 data centers au monde

Année	Consommation estimée
2020	300 TWh
2030	3000 TWh

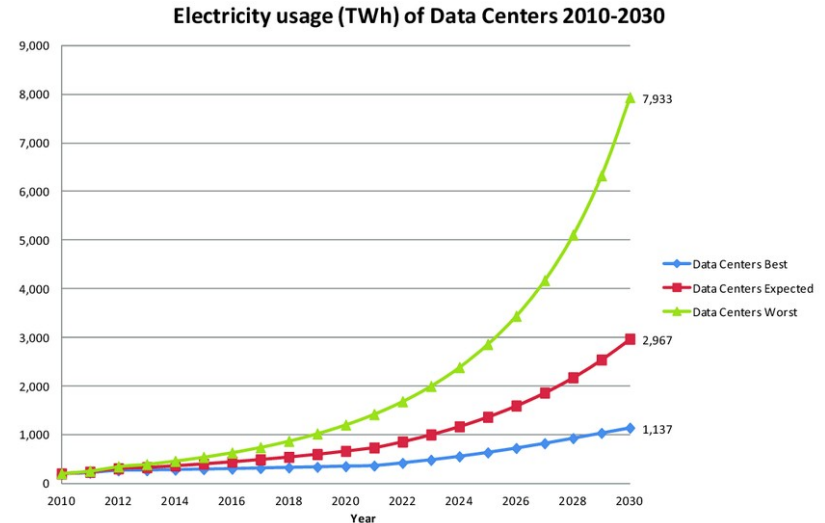
+ 9 % / an

Le plus grand au monde:

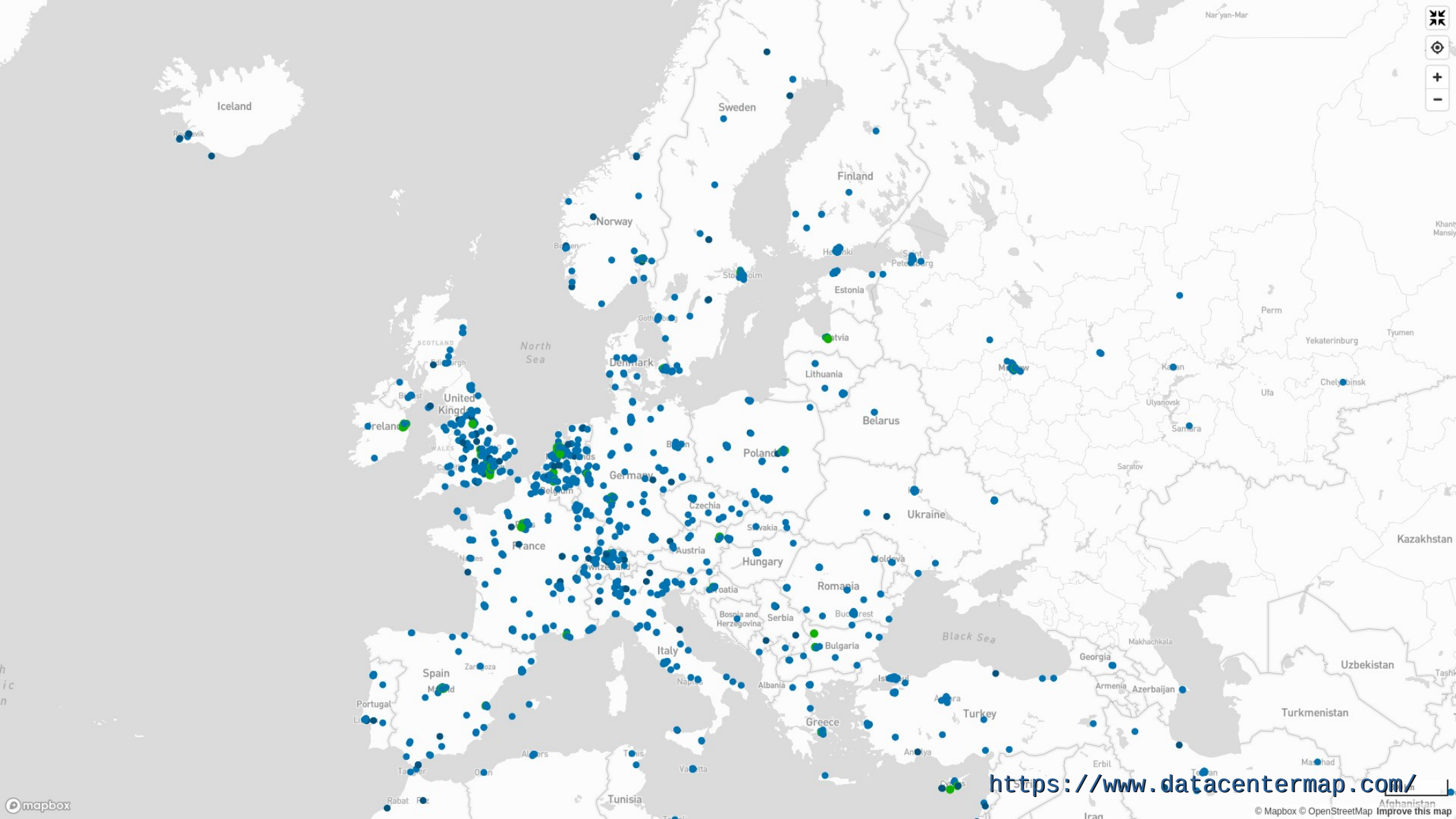
China Telecom Mongolia Information Park

~ 600 000 m² soit ~ 100 terrains de football
42 immeubles

Production électrique mondiale : 30 000 TWh / an



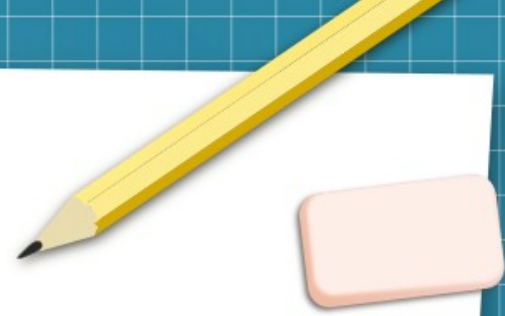
On Global Electricity Usage
of Communication Technology: Trends to 2030,
Huawei technologies, Challenges 2015



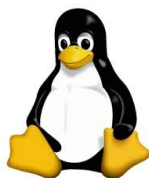
<https://www.datacentermap.com/>

© Mapbox © OpenStreetMap Improve this map

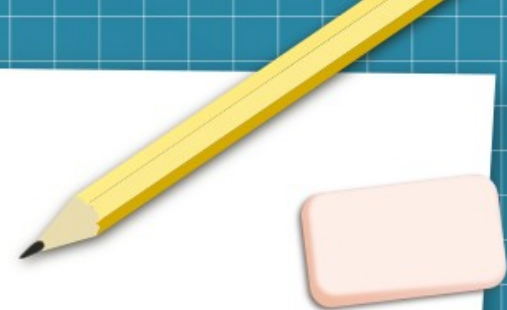
Data centers




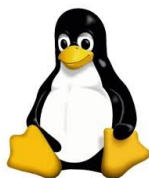
- La très grande majorité appartient aux GAFAM
- Les GAFAM offrent un niveau de service à **99,995 %**
... et s'engagent à ne perdre aucune de vos données
- **26 min** d'indisponibilité / **an**
- Le fonctionnement de ce type d'équipement implique:
 - **2** réseaux électriques
 - **2** groupes électrogènes
 - **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 **270 000 000** 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 **270 000 000** de serveurs logiciels qui « font » internet
 - **75 %** sont des systèmes Linux
 - Pour le « Top 1 000 000 » mondial : **> 98 %** utilisent Linux

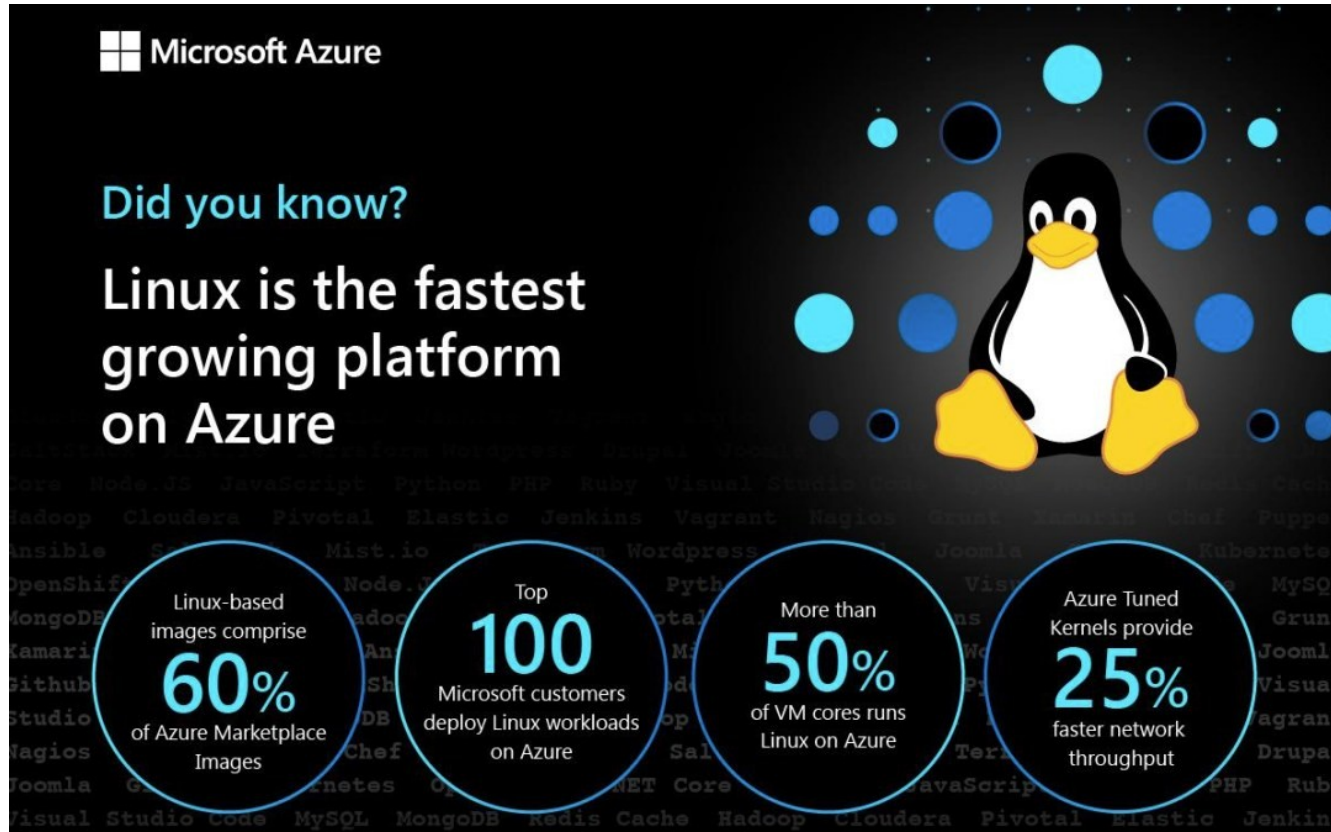
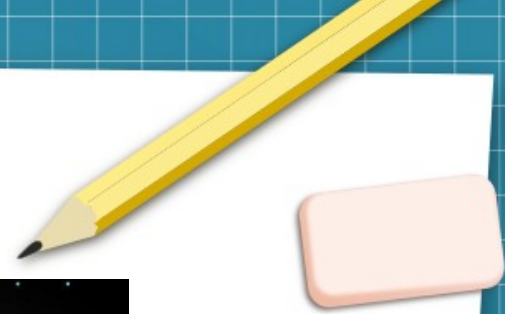


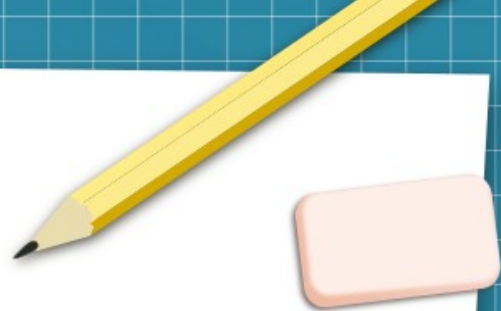
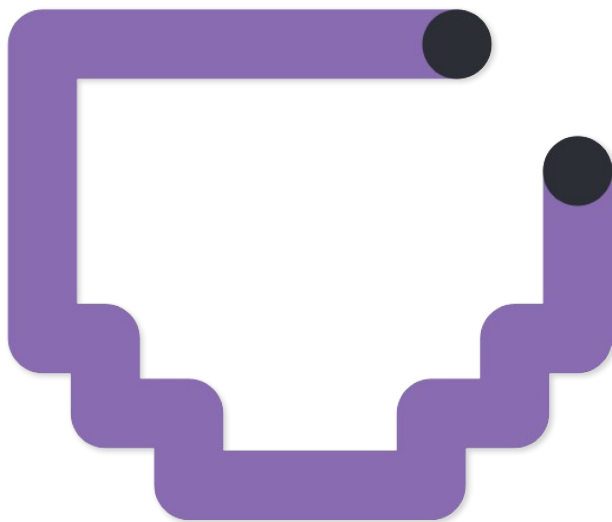
amazon



Utilisent tous Linux !

Page de pub

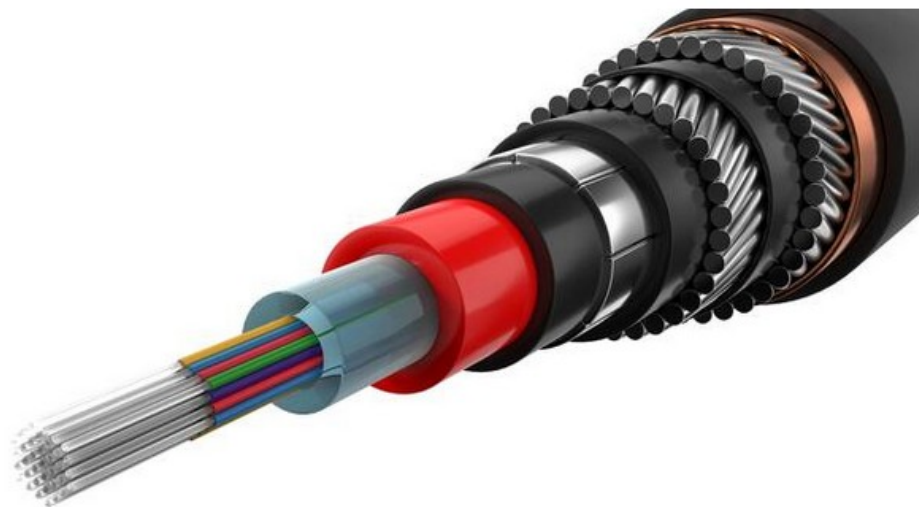
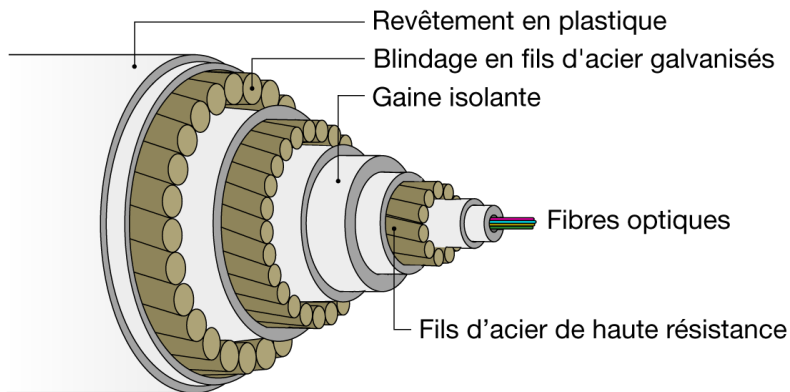




Réseau

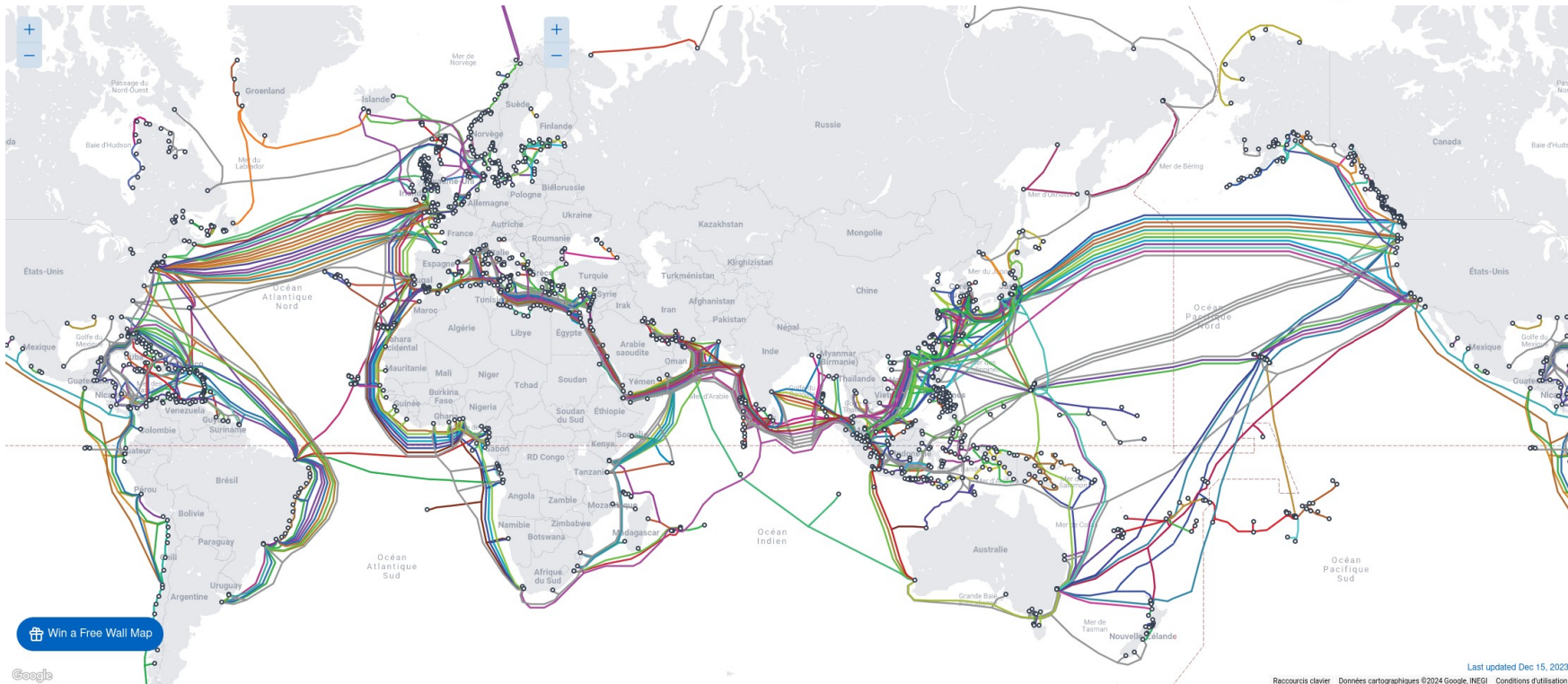
État des lieux

- **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

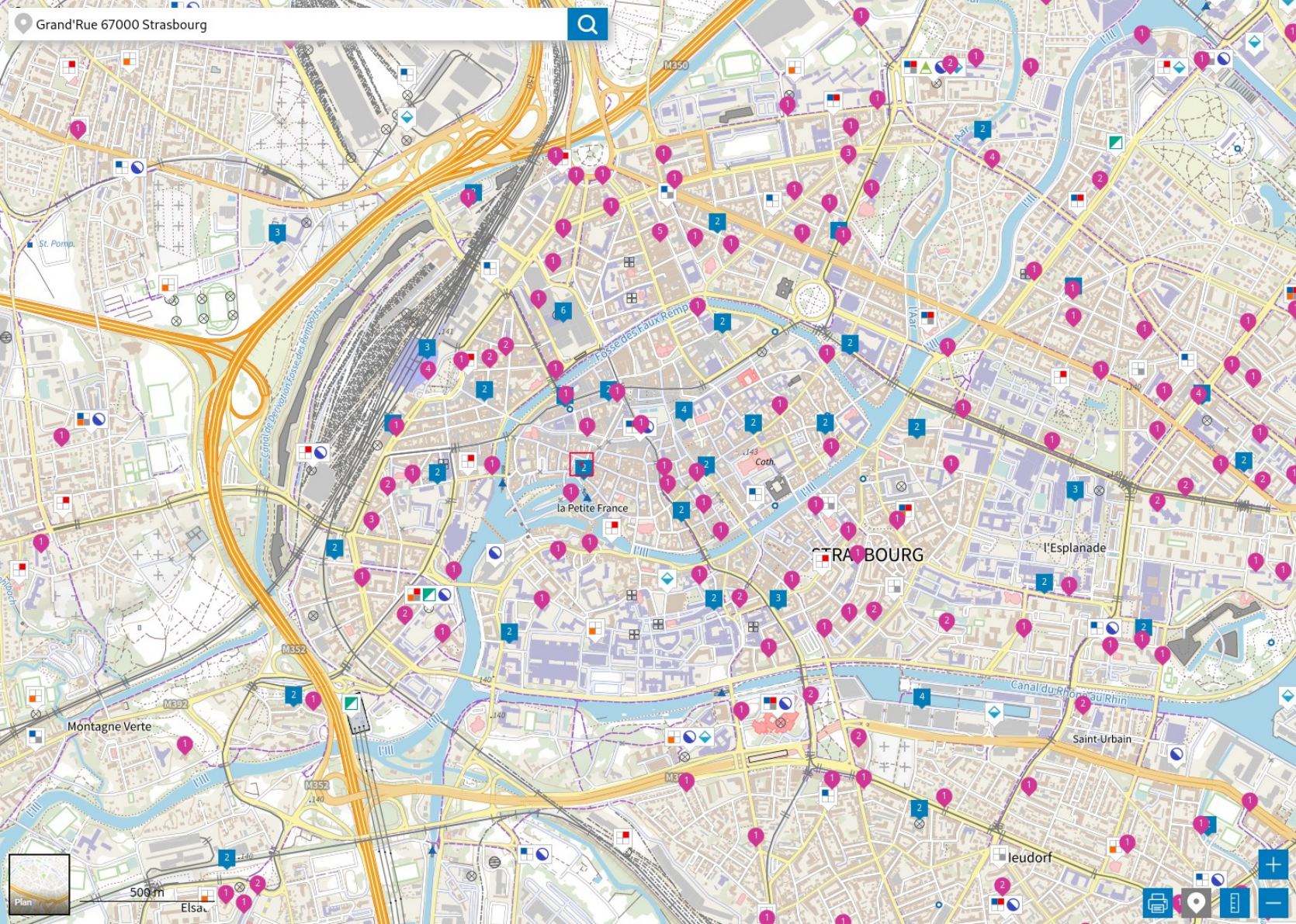
41 600 0000 relais mobiles au monde (GSM, GPRS, EDGE, 3G, 4G, 5G ...)
~ **700 000** en France (janvier 2025):

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

<https://www.opencellid.org/>
<https://www.anfr.fr/>
<https://www.cartoradio.fr/>



Outils et Réglages

☐ 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...)

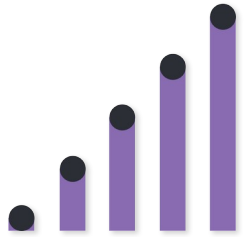


Objets communicants fixes

ANCIENNETÉ :



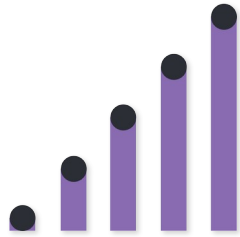
Réseaux: comparaison



4G

50 kWh / an

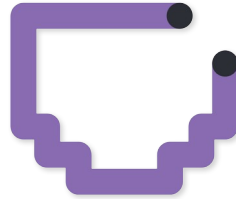
~ 100 Mb / s



5G

7-35 kWh / an

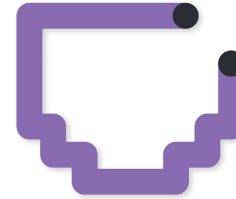
~ 1 Gb / s



ADSL

19 kWh / an

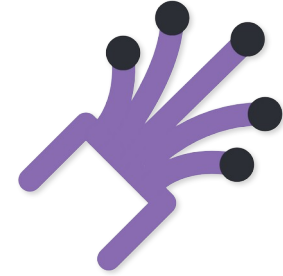
~ 10 Mb / s



Câble

16 kWh / an

10 / 100 Mb / s

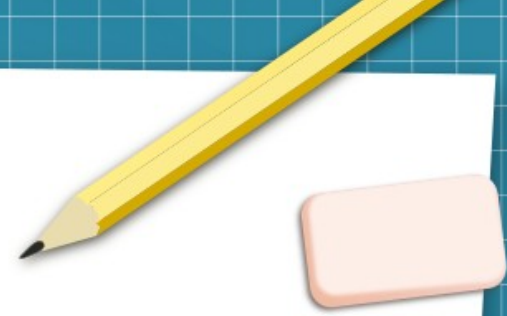


Fibre

5 kWh / an

1 Gb / s

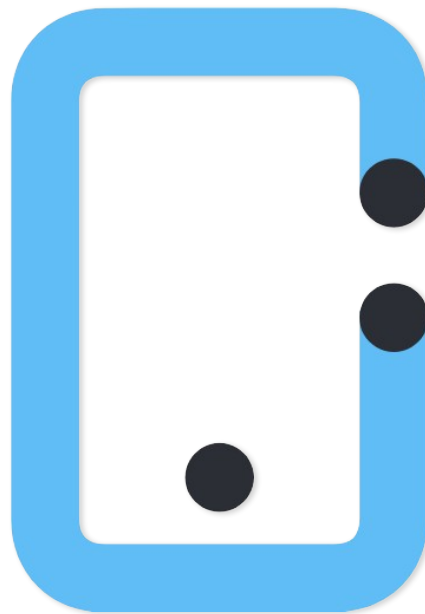
Et la 5G alors ?



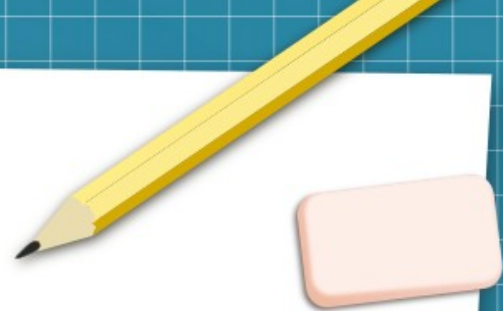
- La 5G apporte plus de débit avec une consommation réduite, mais ...
 - « L'augmentation des usages dépassera sans doute le gain d'efficacité »
(Olivier Roussat, PDG Bouygues Télécom, juin 2020)
 - Pour le Haut Conseil pour le Climat (HCC *) la 5G représente une augmentation de **18 à 45%** de l'empreinte CO₂ du numérique en France, décembre 2020.
 - * Instance consultative auprès du 1^{er} ministre, composée de 13 experts nommés par décret.

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

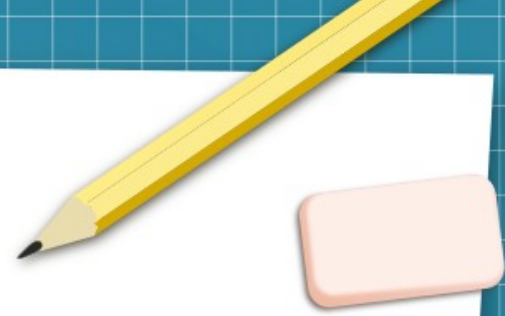
- Et il est nécessaire de changer de terminal mobile pour accéder à ce nouveau réseau



Terminaux



C'est quoi un terminal ?



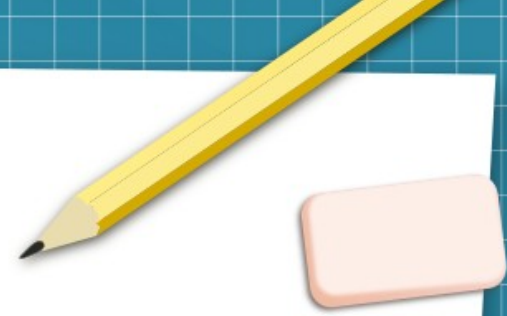
- PC
- Laptop (PC portable)
- Smartphone
- TV
- Console de jeux
- Box internet
- Appareil connecté
- ... et autres

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 CO₂

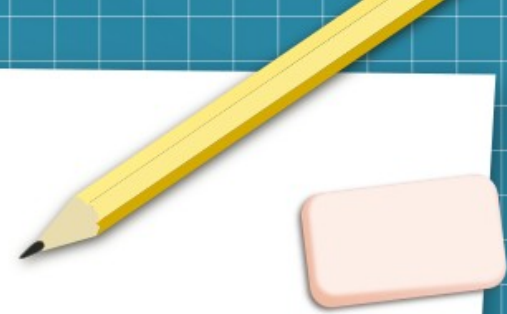


- Fabrication d'un laptop : **250 kg CO₂**
- Utilisation : **1,81 kg CO₂ / an**

<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 CO₂



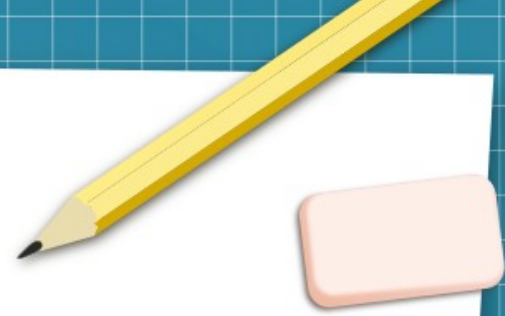
- Fabrication d'un laptop : **250 kg CO₂**
- Utilisation : **1,81 kg CO₂ / an**

<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** :  à 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^{er} janvier 2021 la législation française impose un « Indice de Réparabilité » IR de 0 à 10

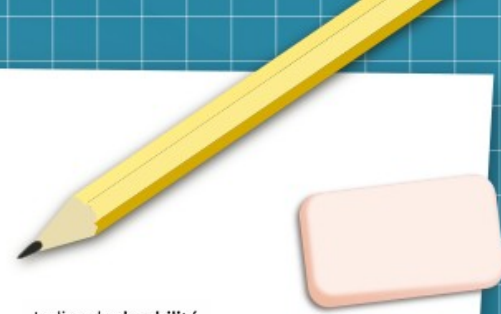
2021	2022
Laptop (PC portables)	Lave-linges top
Smartphones et tablettes	Lave-vaisselles
TV	Aspirateurs
Lave-linges à hublot	Nettoyeurs haute pression
Tondeuses à gazon	

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^{er} 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)

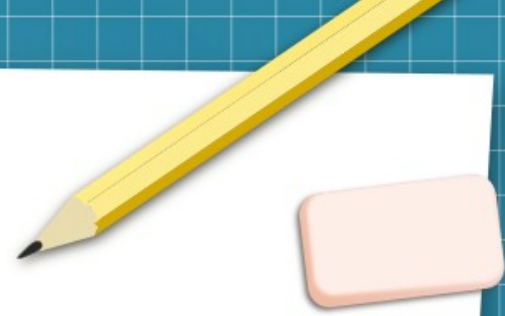
- La documentation
- La démontabilité, accès, outils, fixations
- La disponibilité des pièces détachées
- Le prix des pièces détachées
- Les autres critères spécifiques liés au type de produit



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) 40€	 Centrale vapeur 20€	 * Humidificateur 15€
 Défroisseur à main 15€	 Fer à repasser 15€	 * Climatiseur mobile 25€
 * Nettoyeur vapeur 20€	 * Purificateur d'air 15€	 * Ventilateur 15€

BEAUTÉ - SANTÉ

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






CUISINE - CUISSON

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

MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

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

GROS ÉLECTROMÉNAGER

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

ENTRETIEN DU JARDIN

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

OUTILLAGE - BRICOLAGE

 * Outils électroportatifs 20€

IMAGE - SON

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

INSTRUMENT DE MUSIQUE

 Instrument de musique 15€

OBJETS CONNECTÉS

 Drone 20€

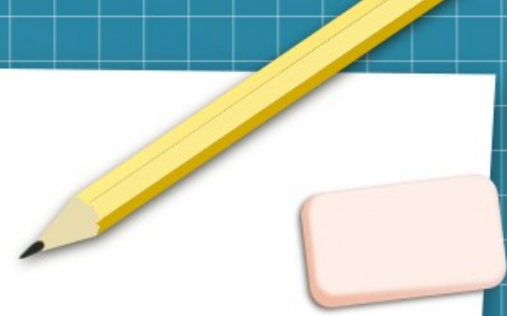
INFORMATIQUE - GAMING

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

TÉLÉPHONIE

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

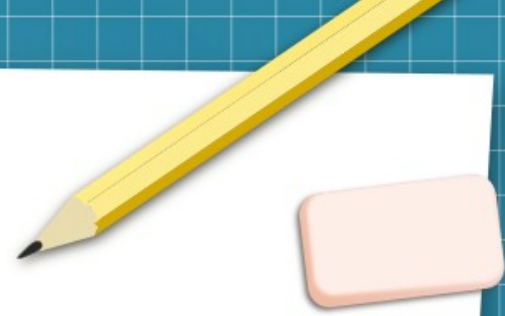
- **Le code source n'est pas accessible !**

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)
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)
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)
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

amazon

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)	Abus de position dominante	13 000
2020	France	Pratique anticoncurrentielle	372
2020	CNIL	Non respect vie privée	60

350 000

90 000



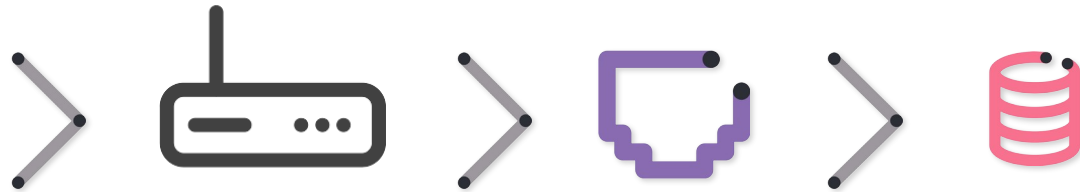
Année	Plaignant	Raison	Amende (M Euros)
2004	Commission européenne	Abus de position dominante	497
2008	Commission européenne	Abus de position dominante	860
2020	CNIL	Non respect vie privée	60

200 000

100 000

-

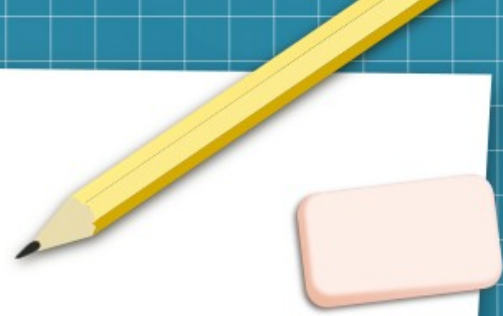
~ 3 000 000 000 objets connectés vendus / an



- « Internet des objets » ou : Internet of Things = IoT
 - Accroissement exponentiel du volume de données générées = énergie = émissions CO₂
 - 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	65,93
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

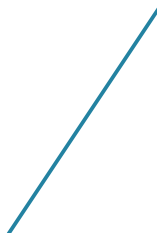
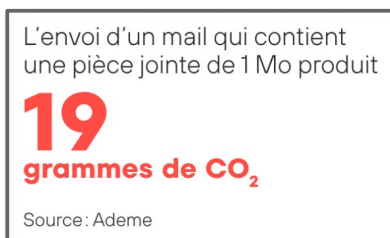
Flux Mobiles 2022		
	Catégorie	Volume total [%]
1	Vidéos	67,60
2	Réseaux sociaux	12,16
3	Messagerie	5,89
4	Explorateur Web	4,51
5	Ventes en ligne	2,77
6	Jeux	2,41
7	Echange de fichiers	1,97
8	Cloud	1,79
9	VPN	0,79
10	Audio	0,11

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



1 ampoule allumée / 1 h

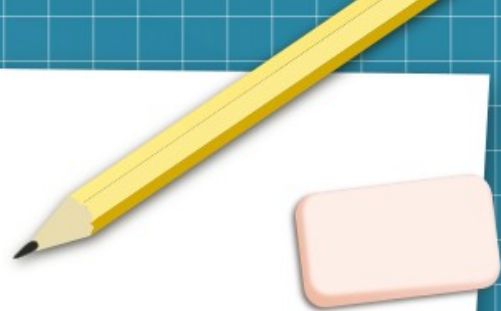
- **Énergie et CO₂ : une relation compliquée !**

- 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

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

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

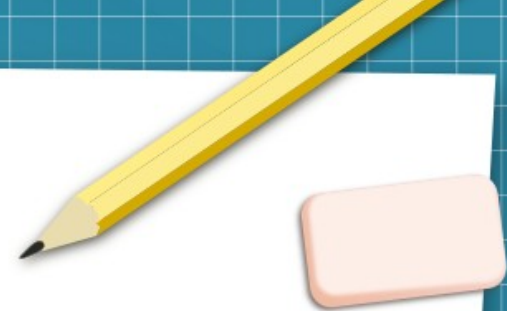
$$= 210\,412,5\text{ MWh}$$

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

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

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

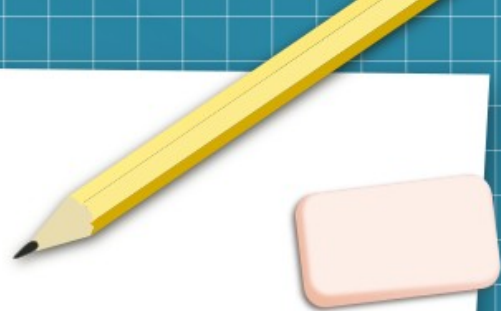
$$= 3\,787\,425\text{ MWh}$$

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

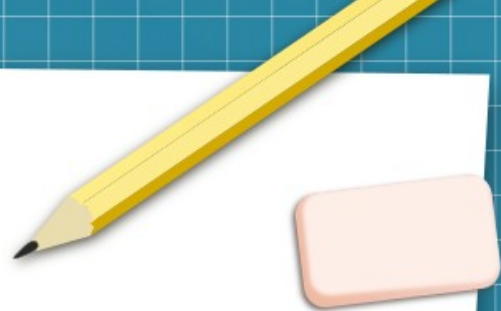
$$0,9 \times 75 \times 10^9$$

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

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

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

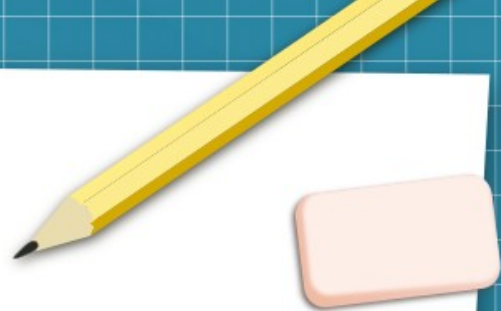
$$0,9 \times 75 \times 10^9$$

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

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

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

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

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

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

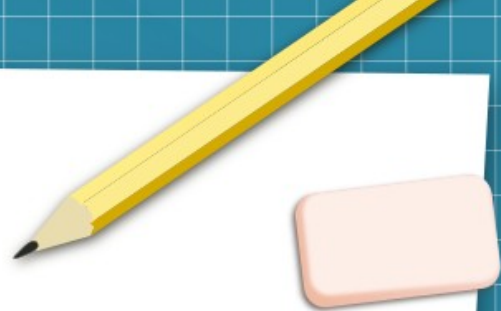
4 jours

=

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

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

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

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

5 heures 24 min

4G: 0,9 Wh / Mo

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

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

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

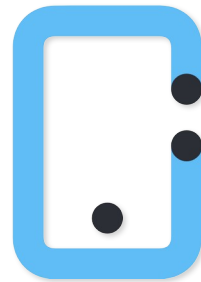
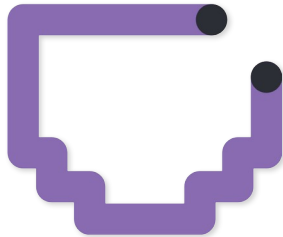
4 jours

=

4 Réacteurs



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.

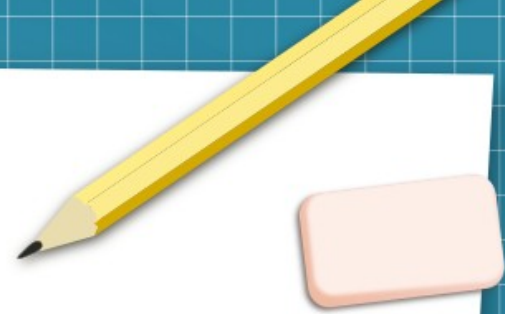
CHATONS est un collectif initié par l'association Framasoft en 2016 suite au succès de sa campagne Dégooglisons Internet.

<https://www.chatons.org>

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



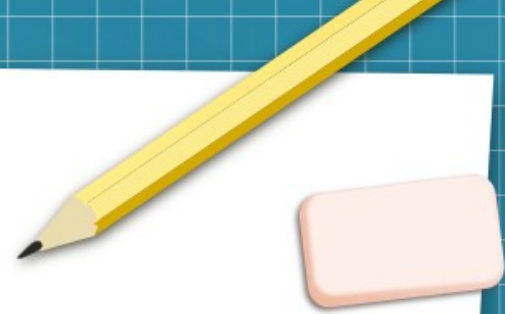
Limiter et réparer !



- 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 !



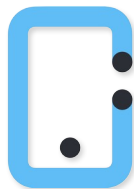
- **Le code est ouvert**

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**

25/02/2025

A l'IPCMS de 10h à 16h

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

01/03/2025

Au Cro-Work-In de 14h à 16h

- **Café HOP ! mensuel avec ARN**

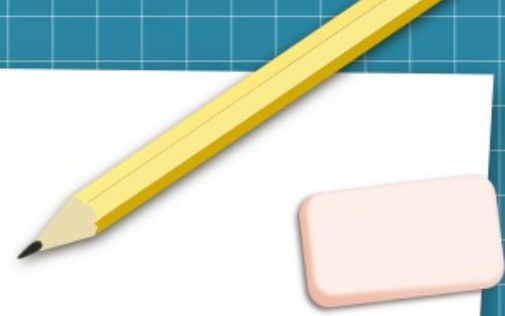
<https://arn-fai.net/agenda>



15/03/2025

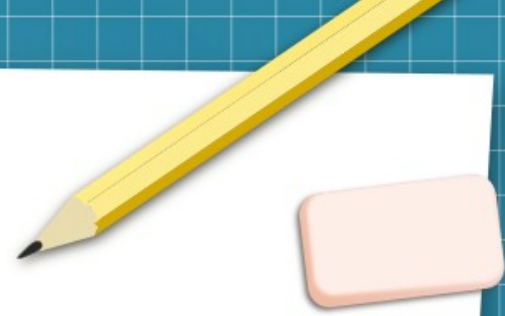


Prendre conscience

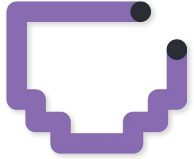


- **Éteindre** votre box internet et autres objets connectés
 - La nuit
 - En votre absence
- **Naviguer intelligemment** (limiter les flux de données)
 - Baisser la résolution de base des vidéos
 - Utiliser un bloqueur de publicités
- **Communiquer intelligemment**
 - Nettoyer votre boîte de messagerie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

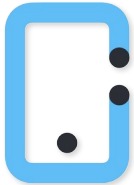
En résumé



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



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



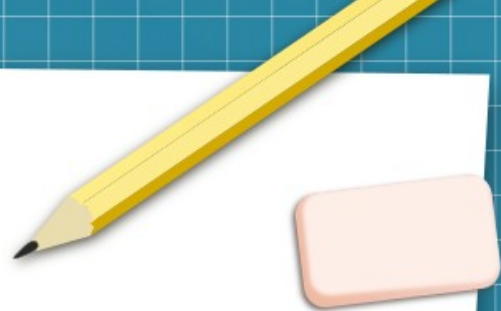
- **Limiter le renouvellement** de ses équipements
- Privilégier les équipements **réparables**, et le **ré-emploi**
- Utiliser les **logiciels libres** pour prolonger la durée de vie des équipements



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



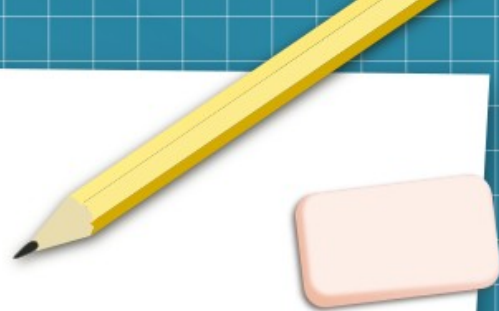
Et ensemble alors ?



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



Et ensemble alors ?

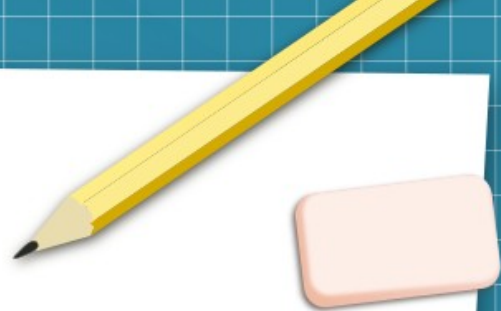


- **Gouvernance d'un laboratoire de recherche**
 - Nommer et former un / une **responsable** « Numérique soutenable »
 - Définir une **stratégie ET** un **budget** « Numérique soutenable »
 - Favoriser le **ré-emploi**
 - **Réduire** les achats numériques, et faire des achats **durables**
 - Communiquer 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

* CO₂, énergie ...

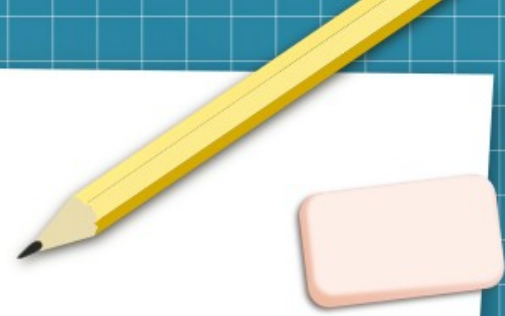


Et ensemble alors ?



- 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 ?