

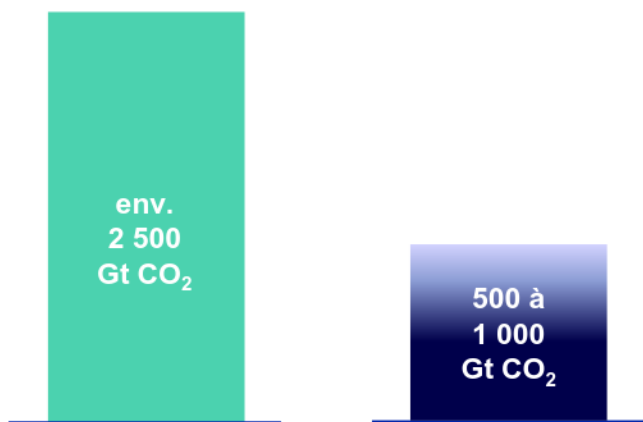


Impacts environnementaux du numérique

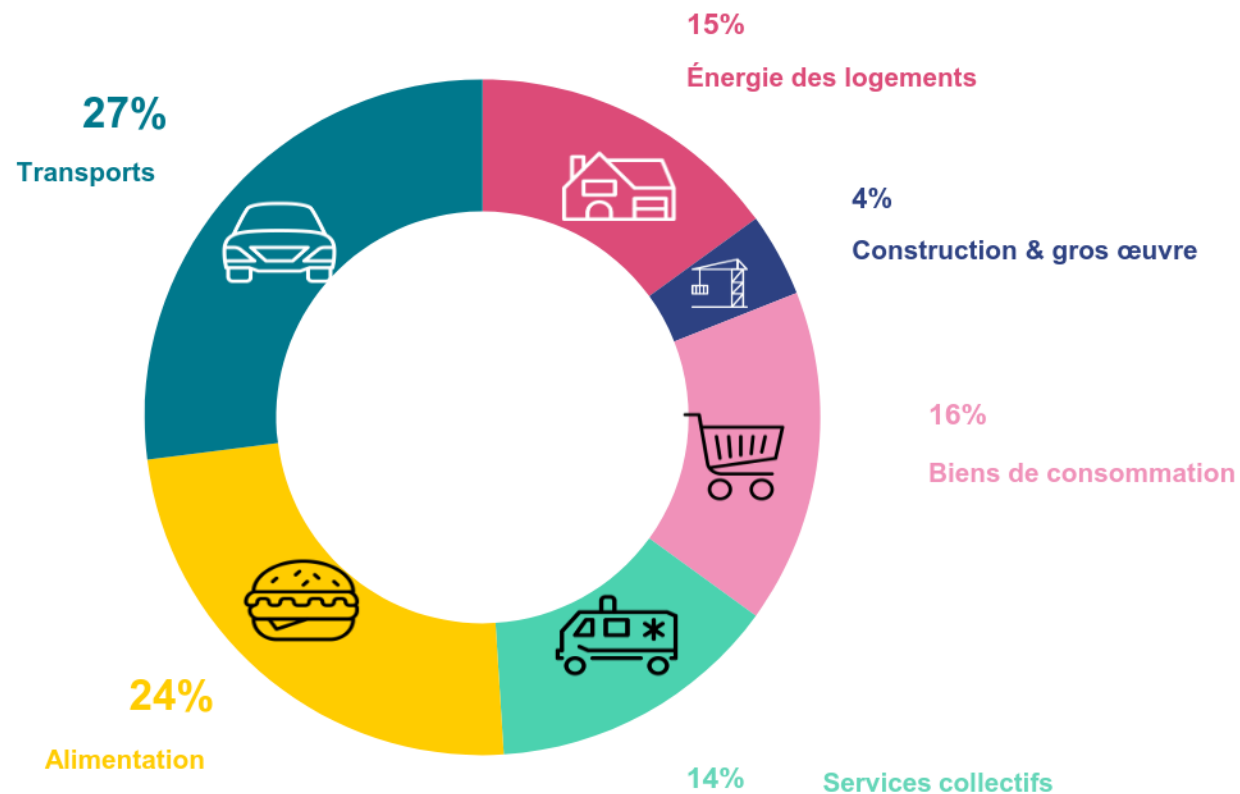
16/10/2023



Rappels de la partie précédente



déjà émis depuis 1850 restant à émettre d'ici 2100



Un secteur en croissance exponentielle

010011
101001
000100



010011	010011	010 011	010
101001	10100 1	101 001	101
000100	00010 0	000 100	000
010011	01001 1	010 011	010
101001	10100 1	101 001	10
000100	00010 0	000 100	00
010011	01001 1	010 011	01
101001	10100 1	101 001	10
000100	00010 0	00 0100	00
010011	01001 1	01 0011	01
101001	10100 1	10 1001	10
000100	00010 0	00 0100	00

2,5 %

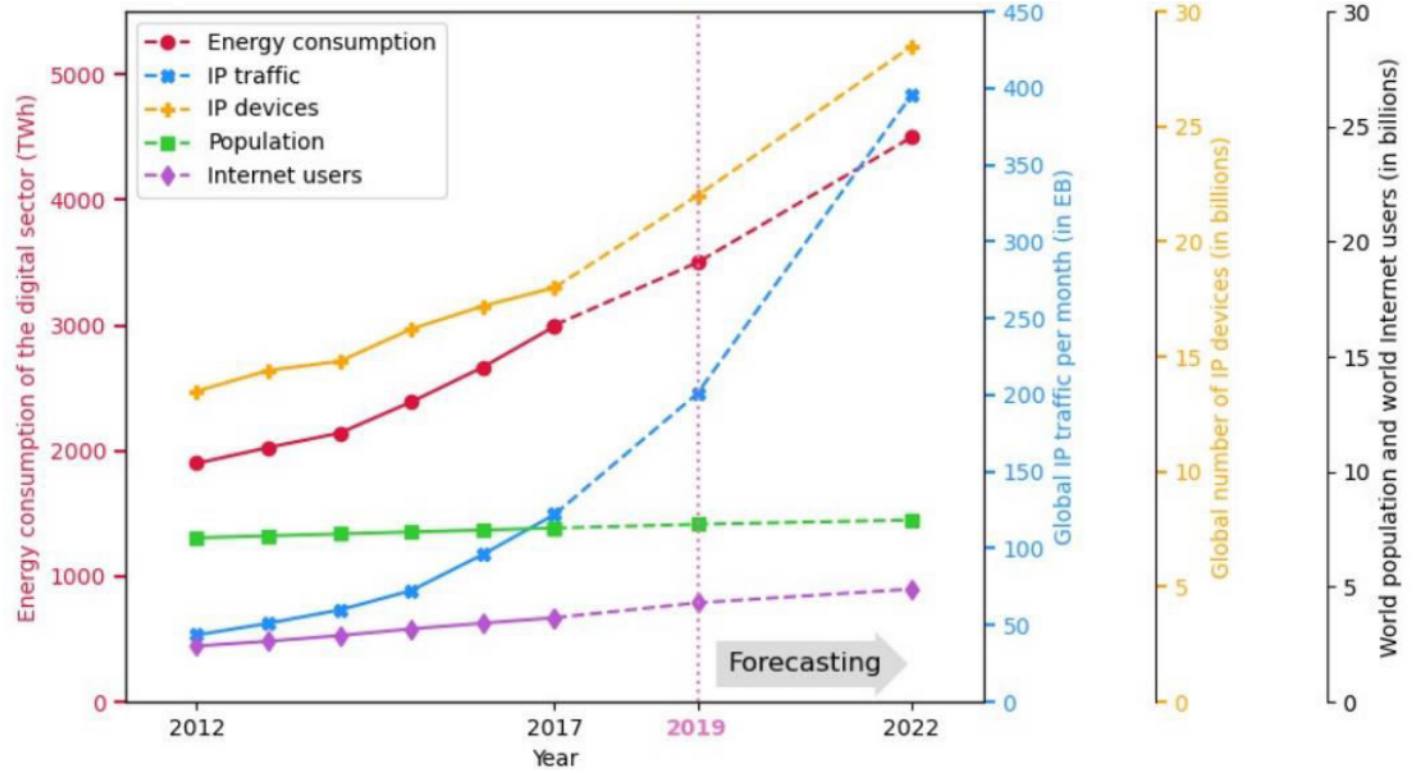


2013

5 %



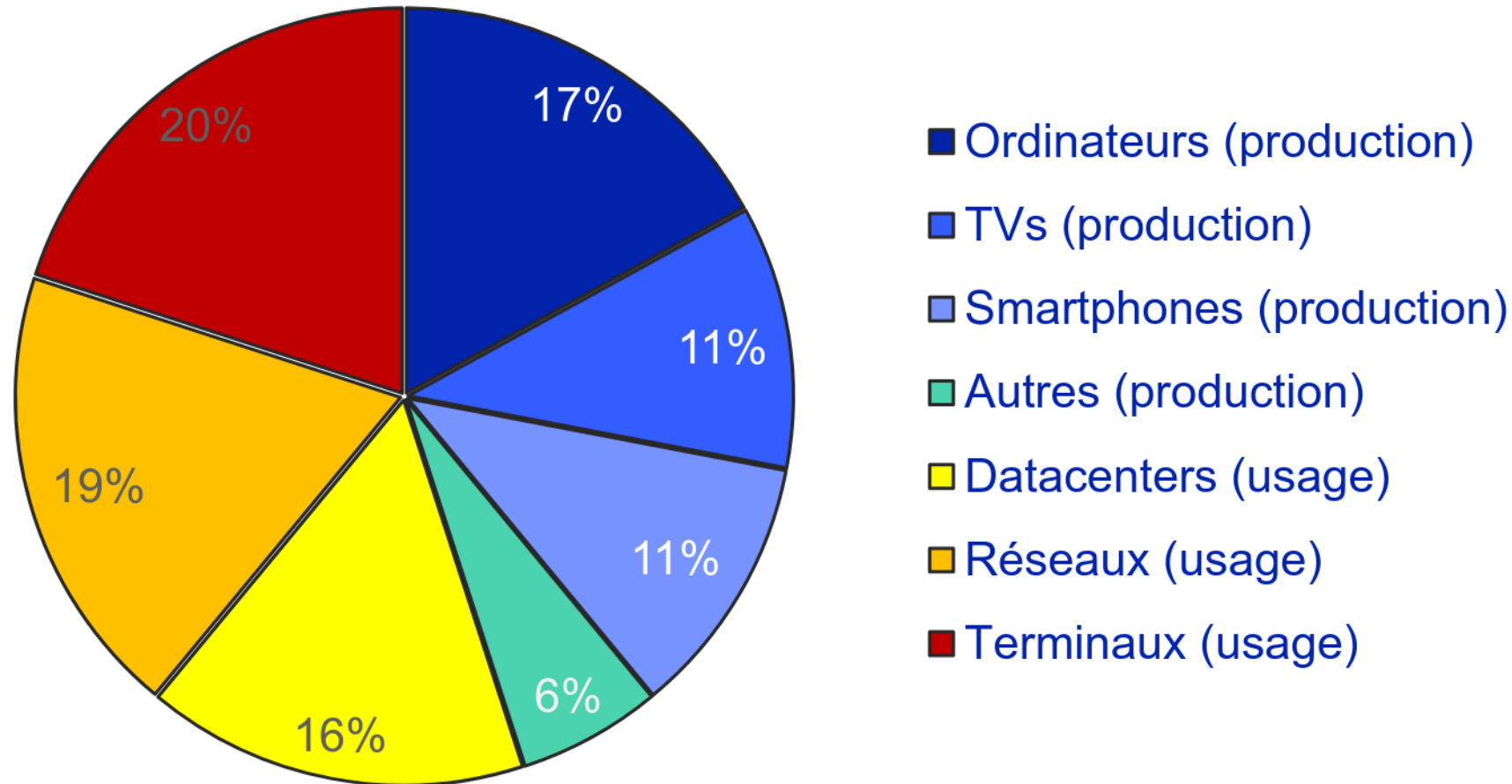
2022



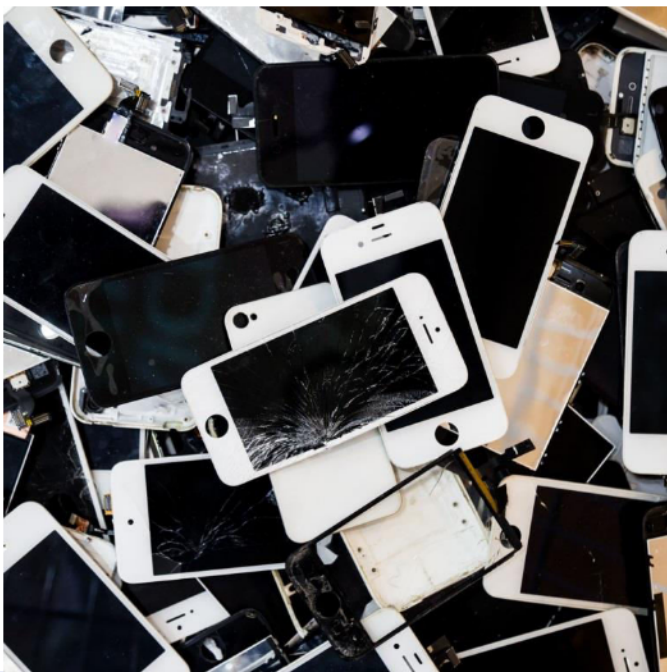
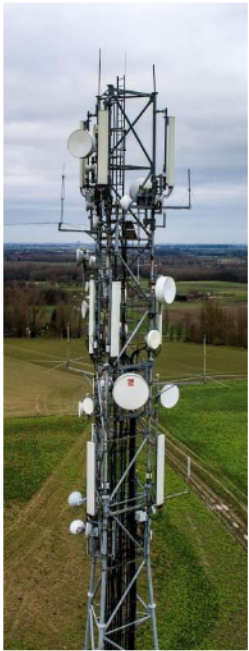
Estimation in 2019: ICT energy consumption grows by **9%** each year.

Ordres de grandeur

Répartition de la consommation énergétique du Numérique (en 2017)



Qu'est-ce qui compte ? — Infrastructures et terminaux





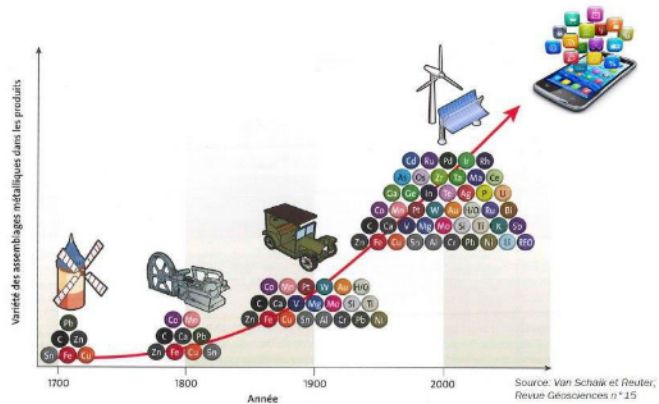
Une empreinte pas si virtuelle que ça

Une empreinte pas si virtuelle que ça

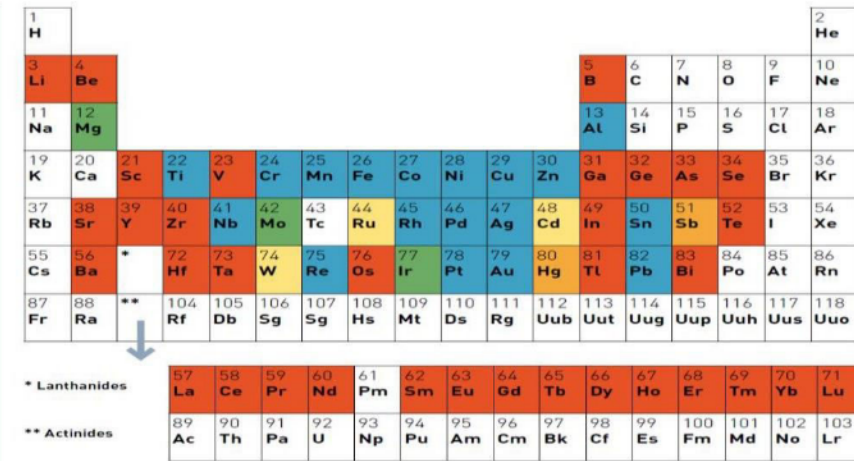


Figure 8 – Taux de recyclage de métaux issus de produits en fin de vie

Figure 1 – Illustration de l'augmentation du nombre de métaux utilisés selon l'évolution technologique

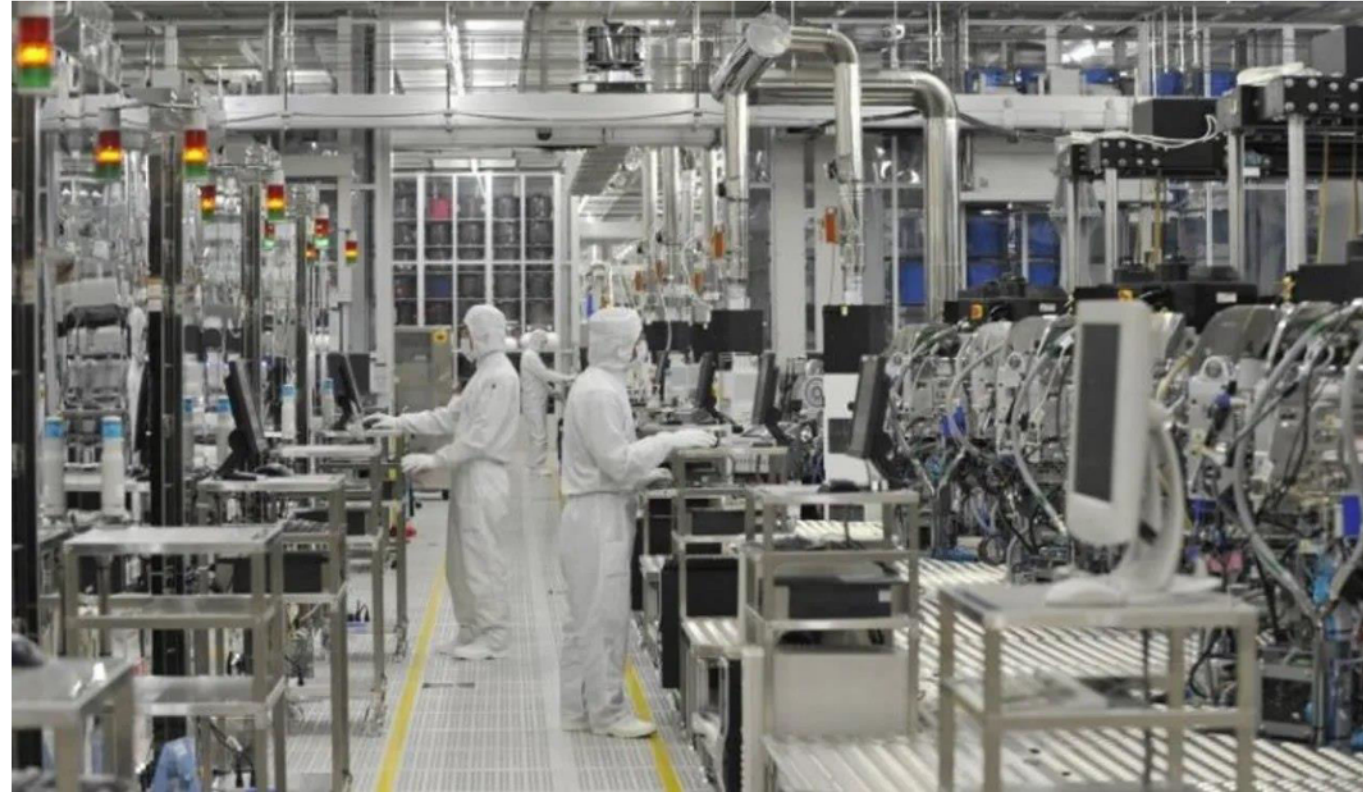


Source : Van Schaik et Reuter, revue Géosciences, n° 15

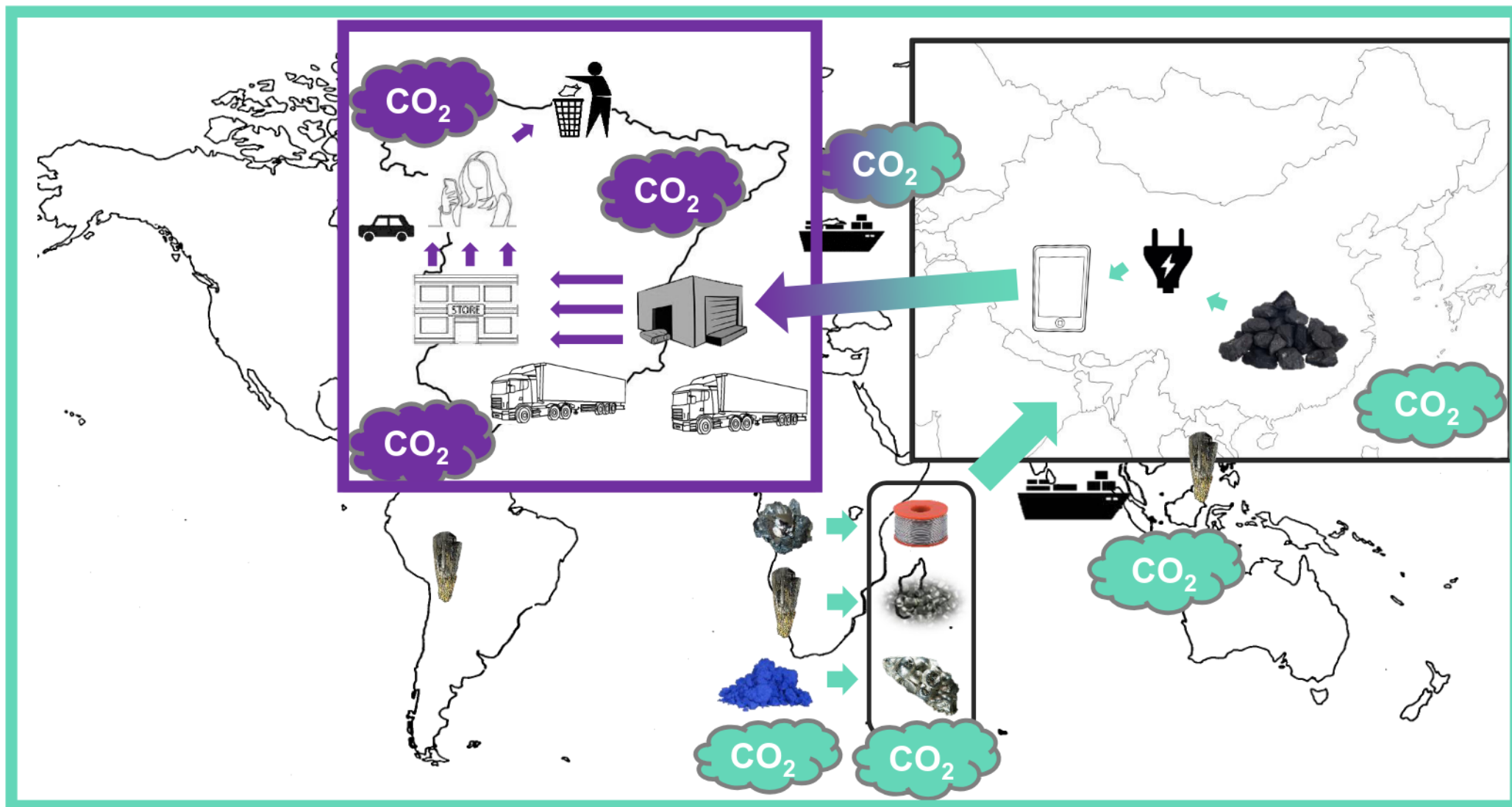


Source : UNEP, « Recycling Rates of Metal. A Status Report », 2011

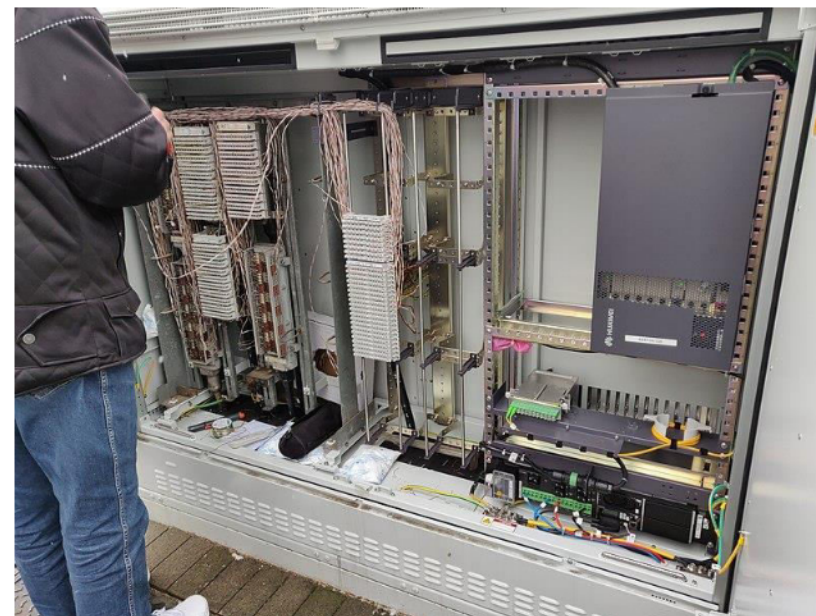
Une empreinte pas si virtuelle que ça



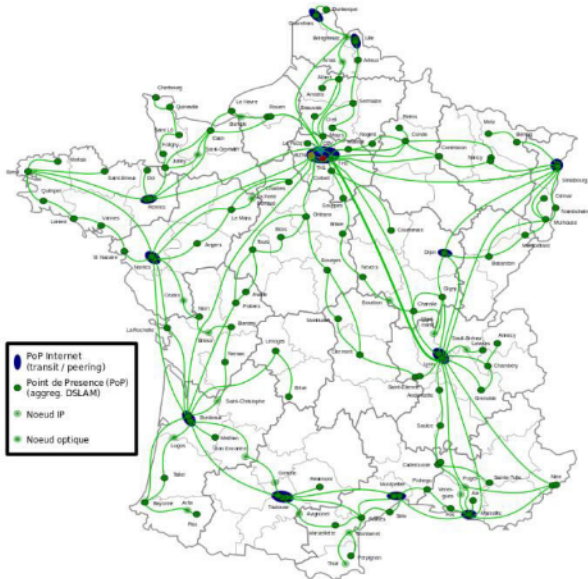
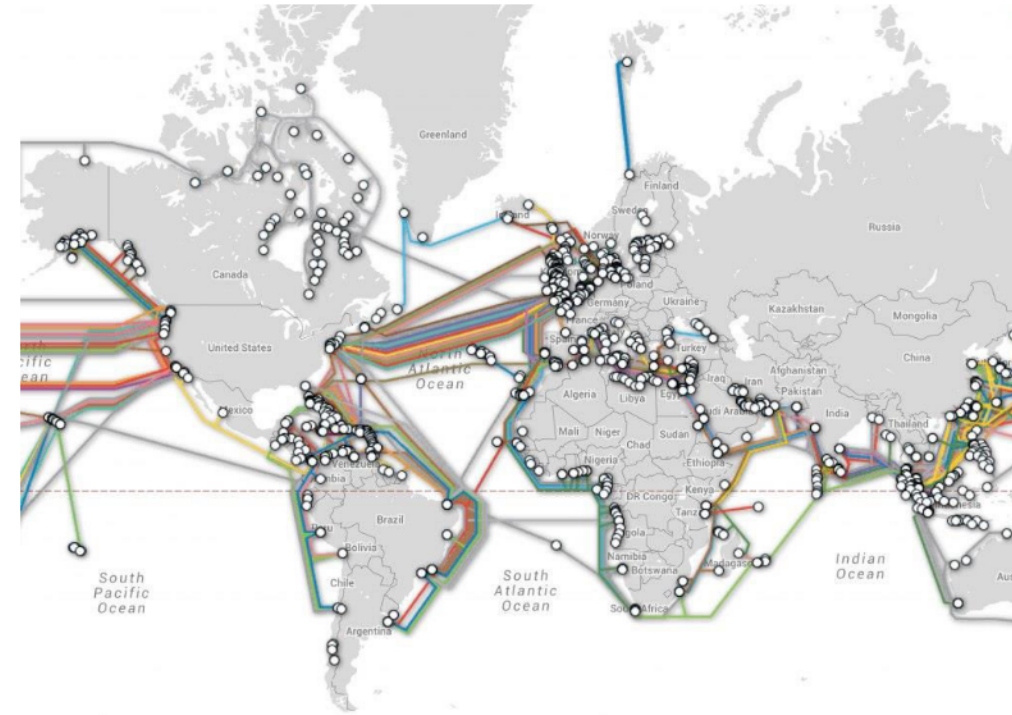
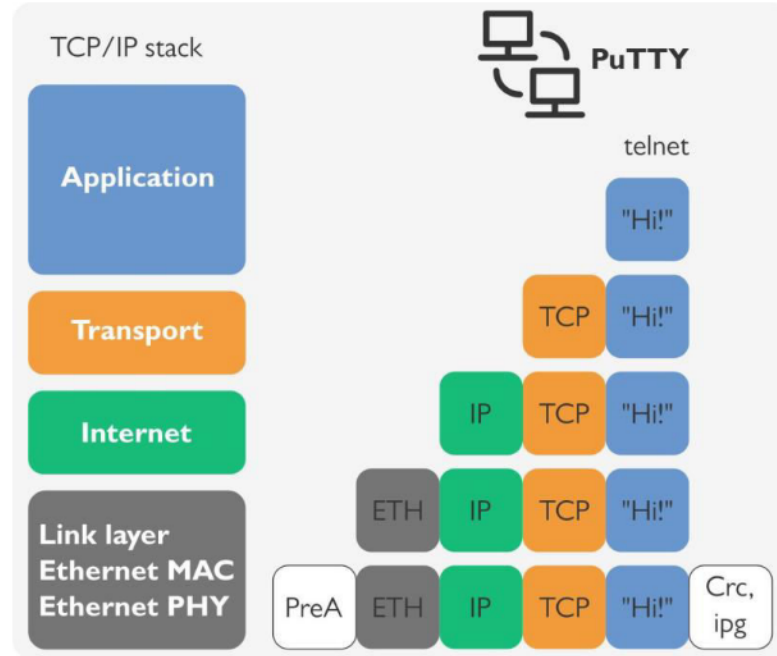
Une empreinte pas si virtuelle que ça



Une empreinte pas si virtuelle que ça



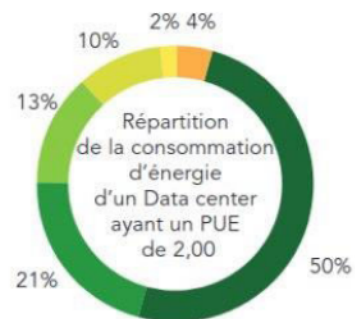
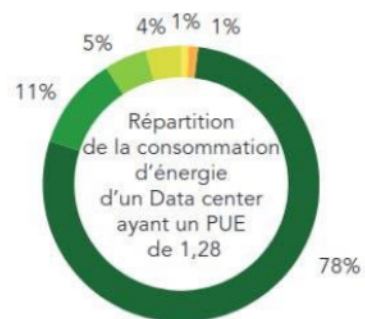
Une empreinte pas si virtuelle que ça



Une empreinte pas si virtuelle que ça



Les schémas suivants présentent des exemples de répartition des consommations d'énergies d'un Data center standard (tiers 3, 100% de charge IT) entre les différents équipements qu'il comporte avec différents niveaux de PUE. Le PUE de 2,0 correspond à la moyenne du parc français et celle de 1,28 aux performances des Data centers les plus récents.

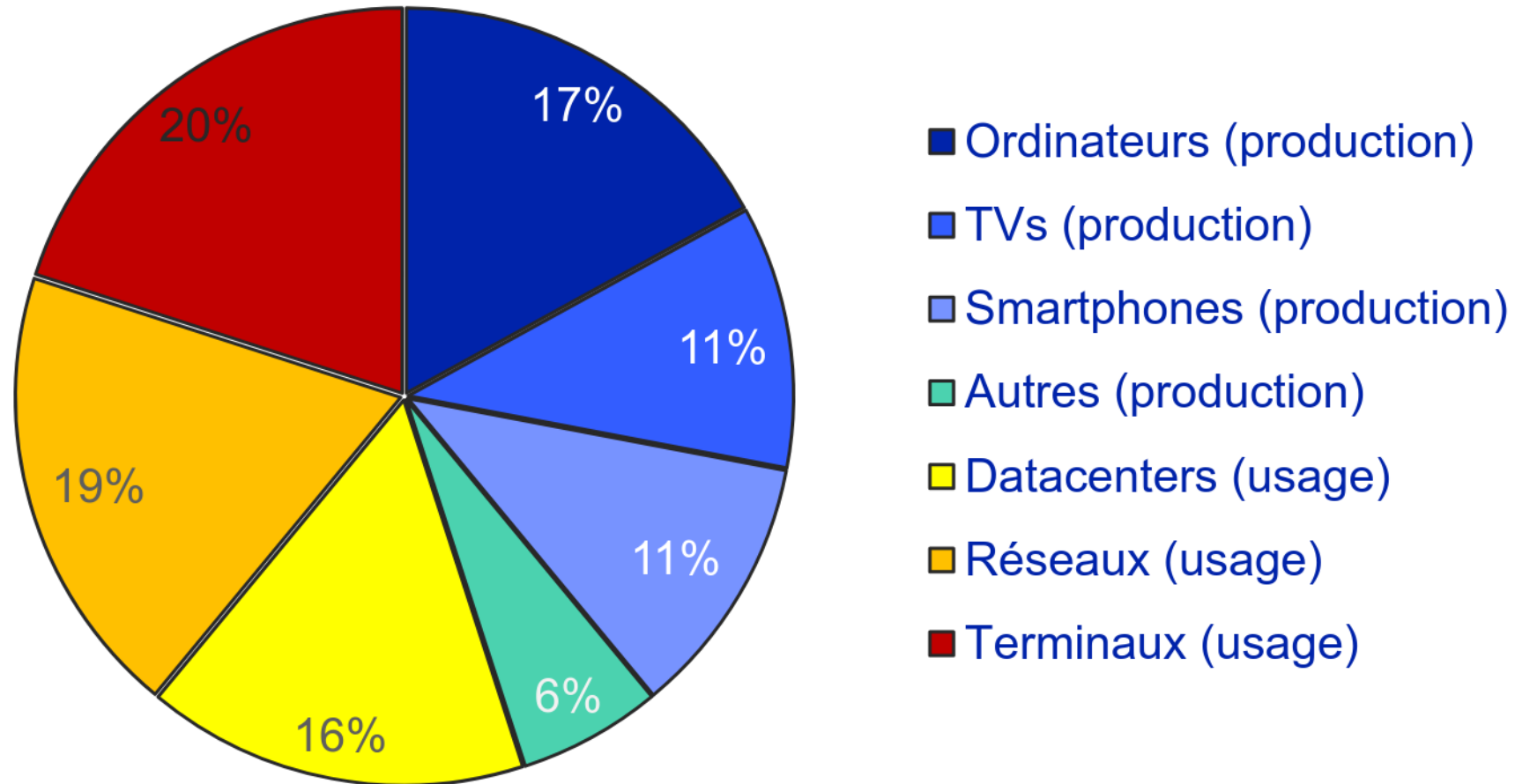


- Equipements IT
- Groupes frigorifiques
- Armoires de climatisation
- ASI (perles)
- Groupe Electrogènes
- Transformateur HTA/BT + Air Neuf + Eclairage



Ordres de grandeur

Répartition de la consommation énergétique du Numérique (en 2017)

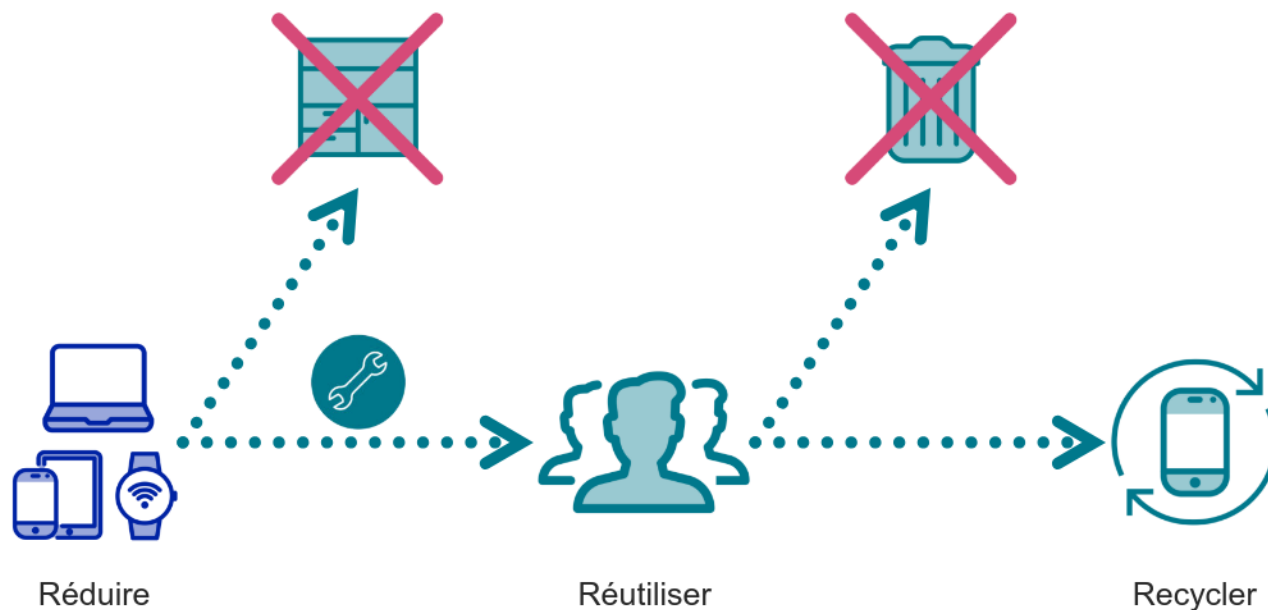
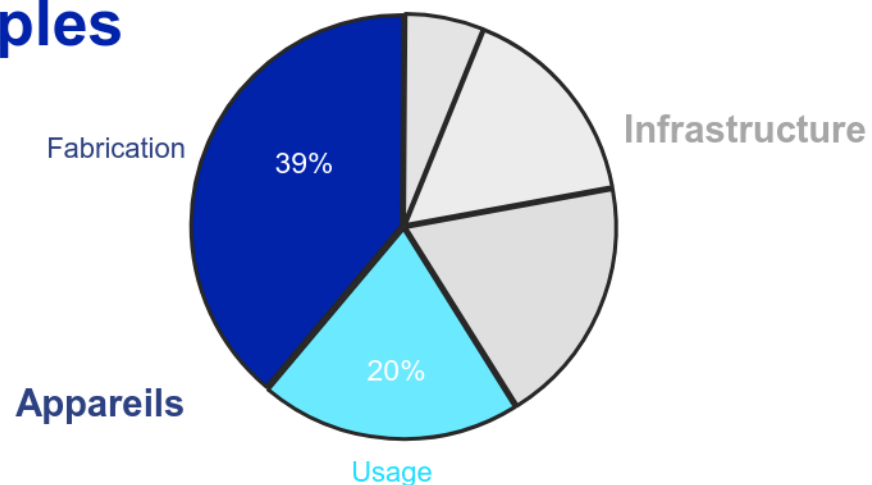
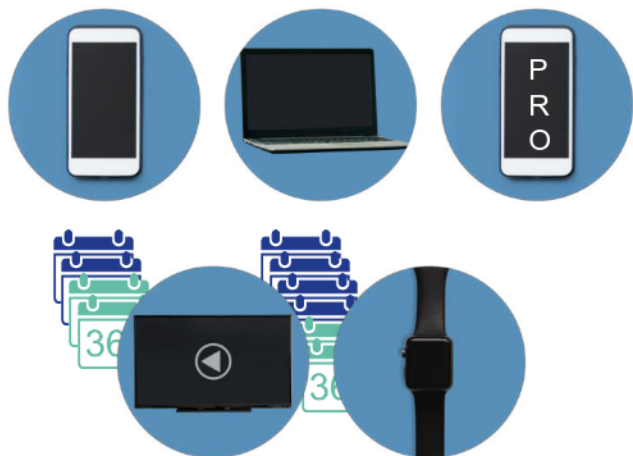




Comment agir ?

Conseils pratiques simples

Empreinte carbone liée aux appareils



Réduire le nombre d'appareils et augmenter la durée de vie



Facile à réparer et de changer la batterie

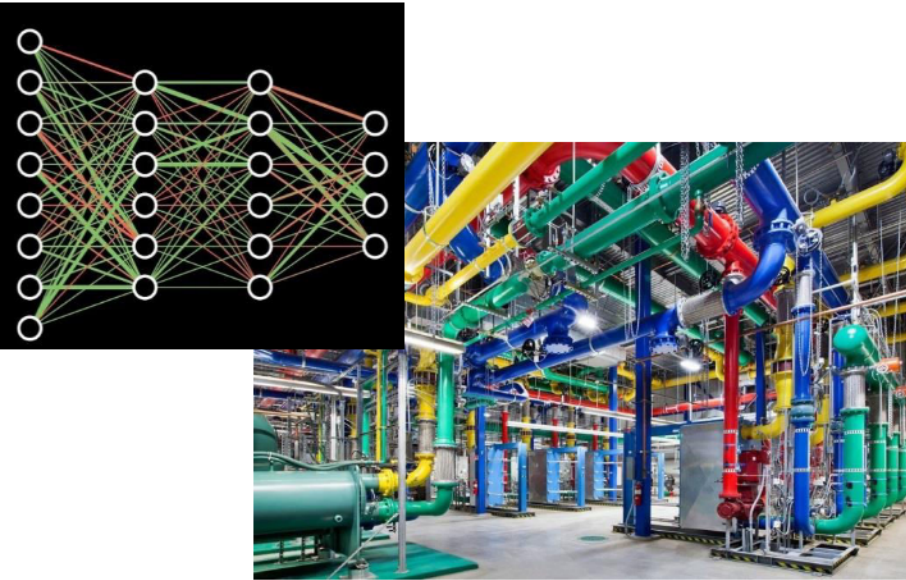


Adapté à mes besoins



Réduire la taille des écrans

Focus – Quelques applications



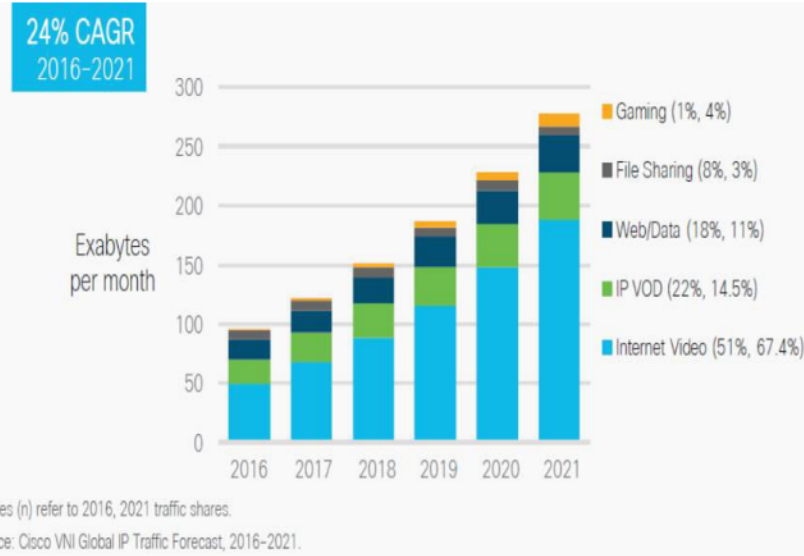
Machine Learning (par réseaux de neurones)

Chez Google,
des estimations donnent
~ 2 TWh/an



Blockchain (par preuve de travail)

Bitcoin, ~130TWh/an
La moitié de la production électrique de
l'Espagne !

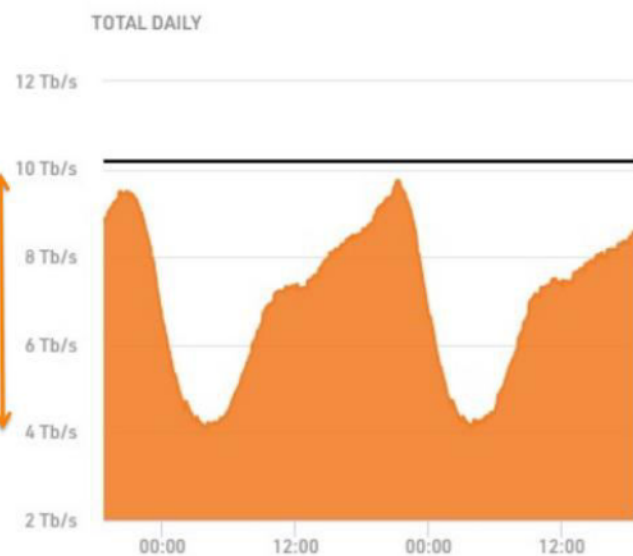


Vidéo

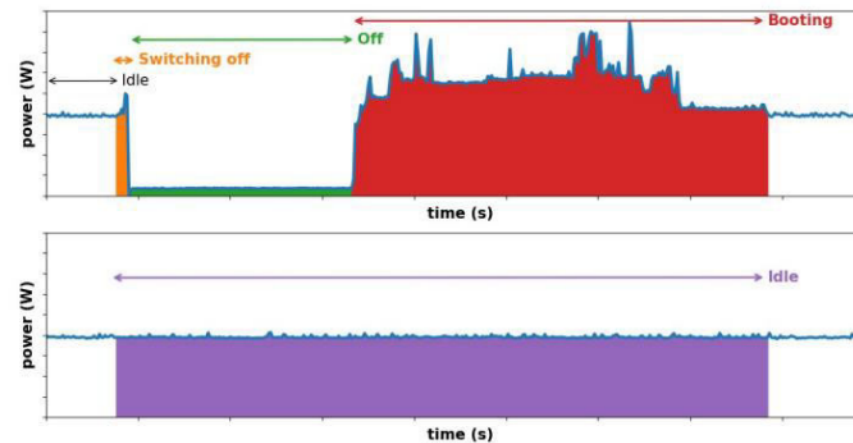
Réseau ~300kWh/To
Stockage ~100kWh/To/an

Focus – Consommation des infrastructures

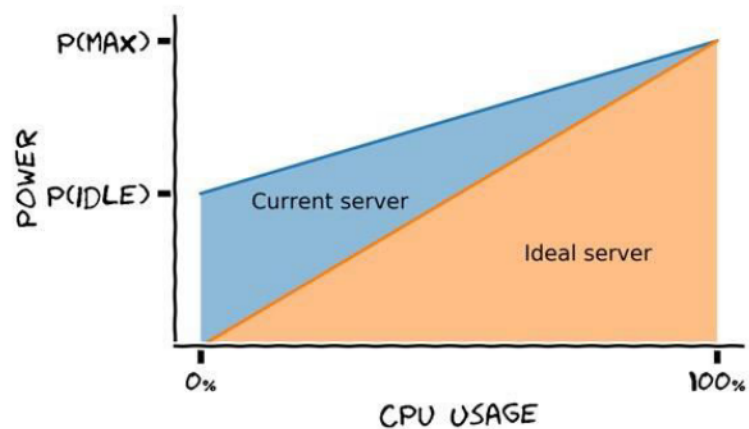
x 2.5



PEAK IN	9.742 Tb/s	PEAK OUT	9.742 Tb/s
AVERAGE IN	6.95 Tb/s	AVERAGE OUT	6.947 Tb/s
CURRENT IN	8.576 Tb/s	CURRENT OUT	8.57 Tb/s



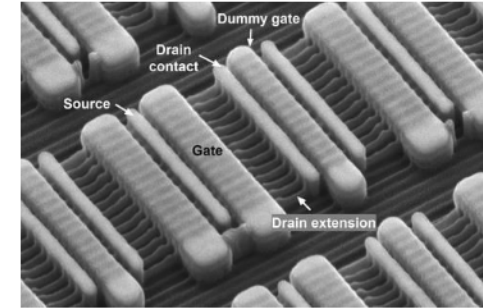
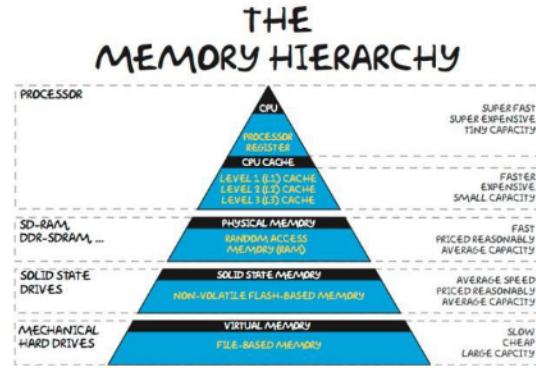
Daily aggregated traffic on AMS-IX(Amsterdam Internet eXchange Point), October 2021.



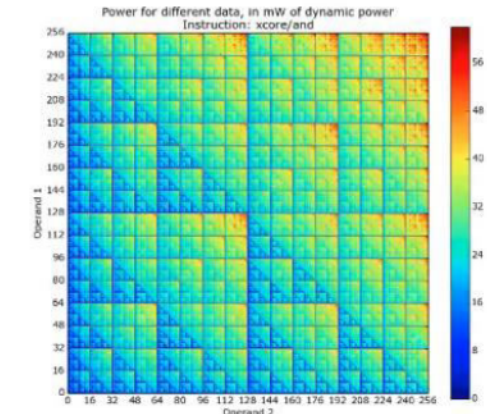
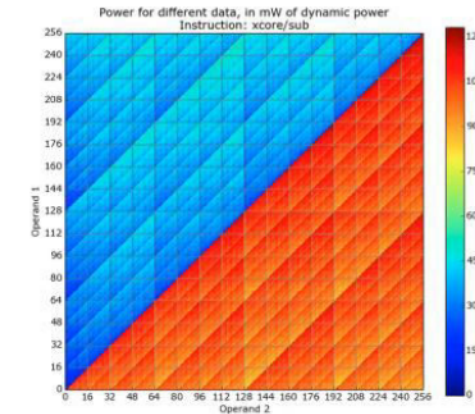
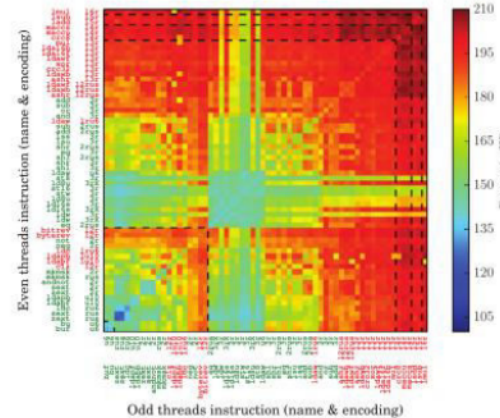
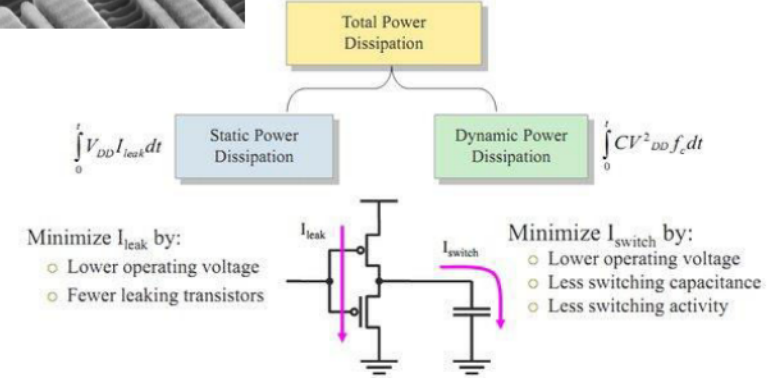
Focus – Software (et un peu d'Hardware)

Table 4. Normalized global results for Energy, Time, and Memory

Total					
	Energy		Time		
(c) C	1.00	(c) C	1.00	(c) Pascal	1.00
(c) Rust	1.03	(c) Rust	1.04	(c) Go	1.05
(c) C++	1.34	(c) C++	1.56	(c) C	1.17
(c) Ada	1.70	(c) Ada	1.85	(c) Fortran	1.24
(v) Java	1.98	(v) Java	1.89	(c) C++	1.34
(c) Pascal	2.14	(c) Chapel	2.14	(c) Ada	1.47
(c) Chapel	2.18	(c) Go	2.83	(c) Rust	1.54
(v) Lisp	2.27	(c) Pascal	3.02	(v) Lisp	1.92
(c) Ocaml	2.40	(c) Ocaml	3.09	(c) Haskell	2.45
(c) Fortran	2.52	(v) C#	3.14	(i) PHP	2.57
(c) Swift	2.79	(v) Lisp	3.40	(c) Swift	2.71
(c) Haskell	3.10	(c) Haskell	3.55	(i) Python	2.80
(v) C#	3.14	(c) Swift	4.20	(c) Ocaml	2.82
(c) Go	3.23	(c) Fortran	4.20	(v) C#	2.85
(i) Dart	3.83	(v) F#	6.30	(i) Hack	3.34
(v) F#	4.13	(i) JavaScript	6.52	(v) Racket	3.52
(i) JavaScript	4.45	(i) Dart	6.67	(i) Ruby	3.97
(v) Racket	7.91	(v) Racket	11.27	(c) Chapel	4.00
(i) TypeScript	21.50	(i) Hack	26.99	(v) F#	4.25
(i) Hack	24.02	(i) PHP	27.64	(i) JavaScript	4.59
(i) PHP	29.30	(v) Erlang	36.71	(i) TypeScript	4.69
(v) Erlang	42.23	(i) Jruby	43.44	(v) Java	6.01
(i) Lua	45.98	(i) TypeScript	46.20	(i) Perl	6.62
(i) Jruby	46.54	(i) Ruby	59.34	(i) Lua	6.72
(i) Ruby	69.91	(i) Perl	65.79	(v) Erlang	7.20
(i) Python	75.88	(i) Python	71.90	(i) Dart	8.64
(i) Perl	79.58	(i) Lua	82.91	(i) Jruby	19.84



$$E = \int_0^t (V_{DD} I_{leak} + CV^2 f_c) dt$$

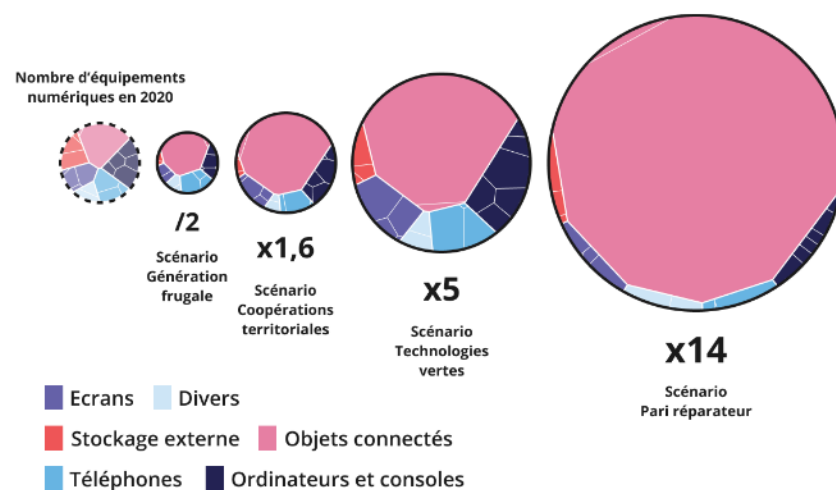


Conclusion – Choix de notre futur numérique



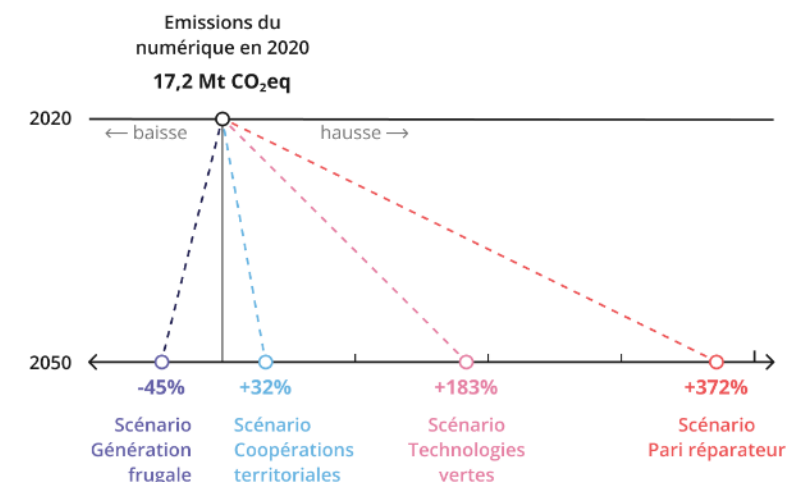
Vers 11 milliards d'équipements numériques en 2050 dont presque autant d'objets connectés ?

Evolution du nombre de terminaux utilisateurs utilisés en France en 2050 selon chaque scénario prospectif, comparé à 2020.



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.



Hey ! Je pèse dans le game en fait !

