

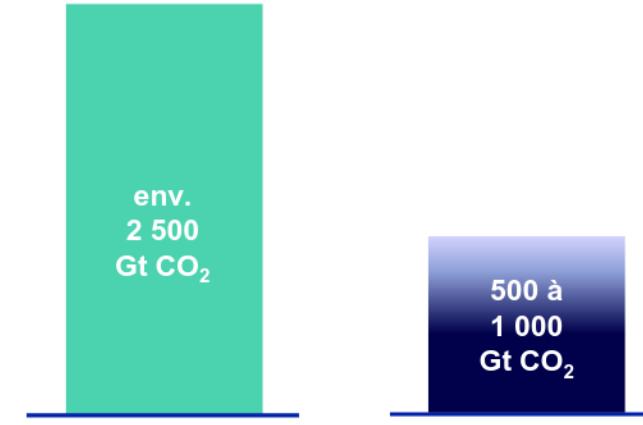


Impacts environnementaux du numérique

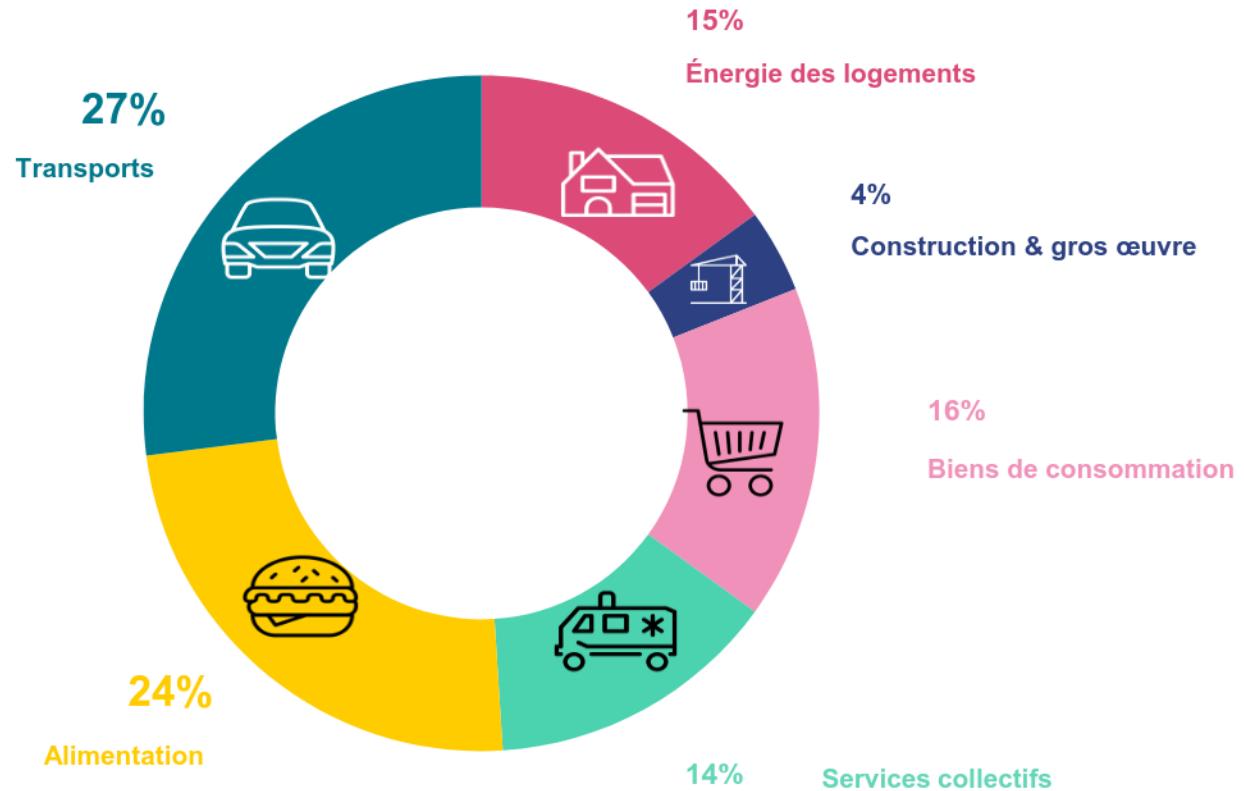
16/10/2023



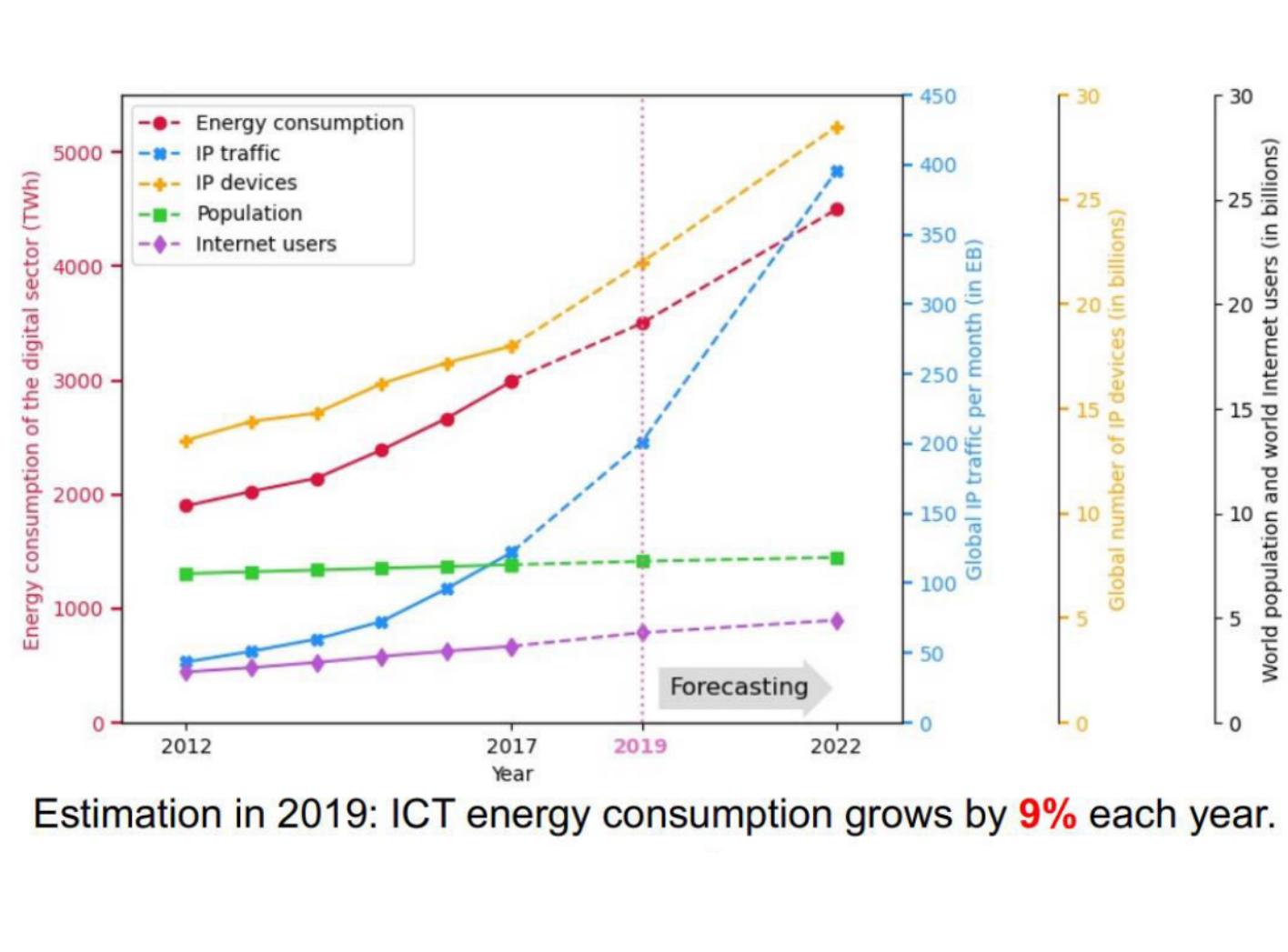
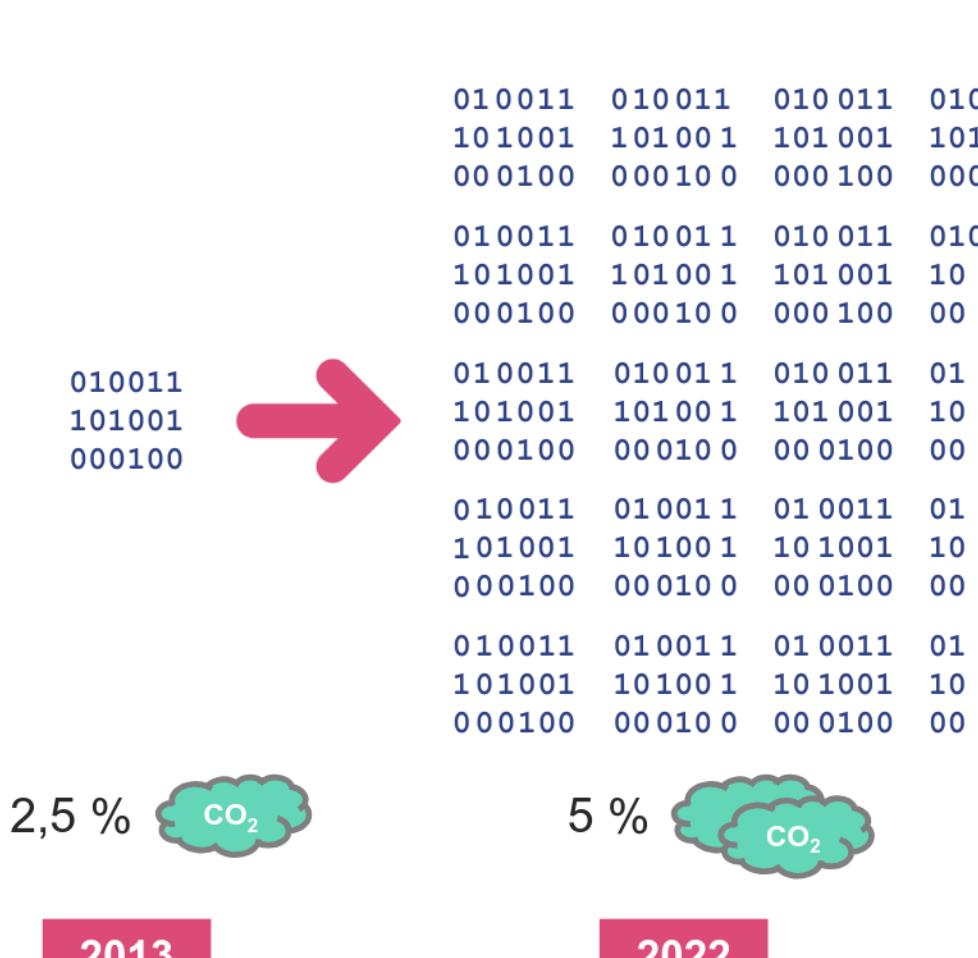
Rappels de la partie précédente



déjà émis depuis 1850 restant à émettre d'ici 2100

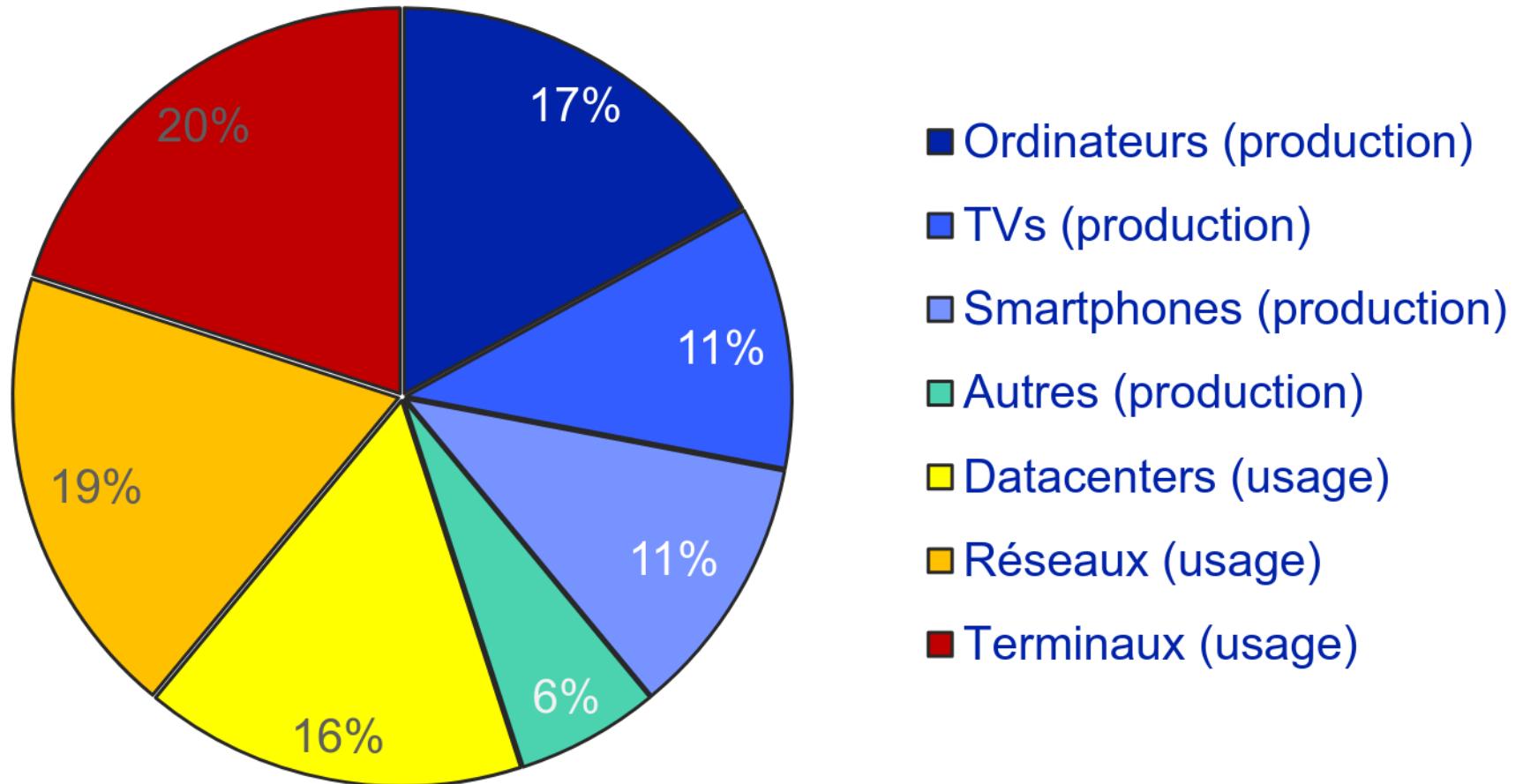


Un secteur en croissance exponentielle



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

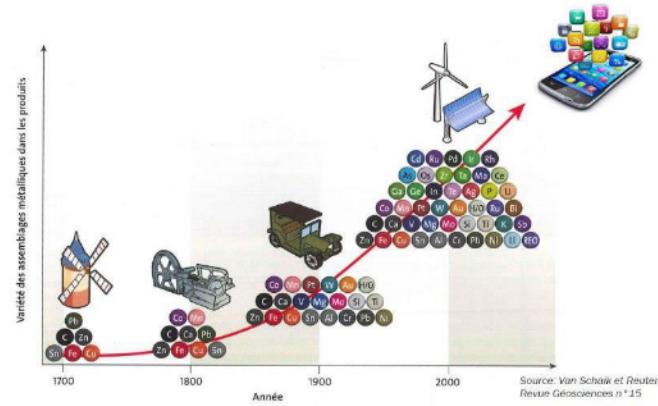


Figure 8 – Taux de recyclage de métaux issus de produits en fin de vie

A periodic table of elements with color-coded recycling rates. Red indicates < 1%, orange 1-10%, yellow 10-25%, green 25-50%, and blue > 50%.

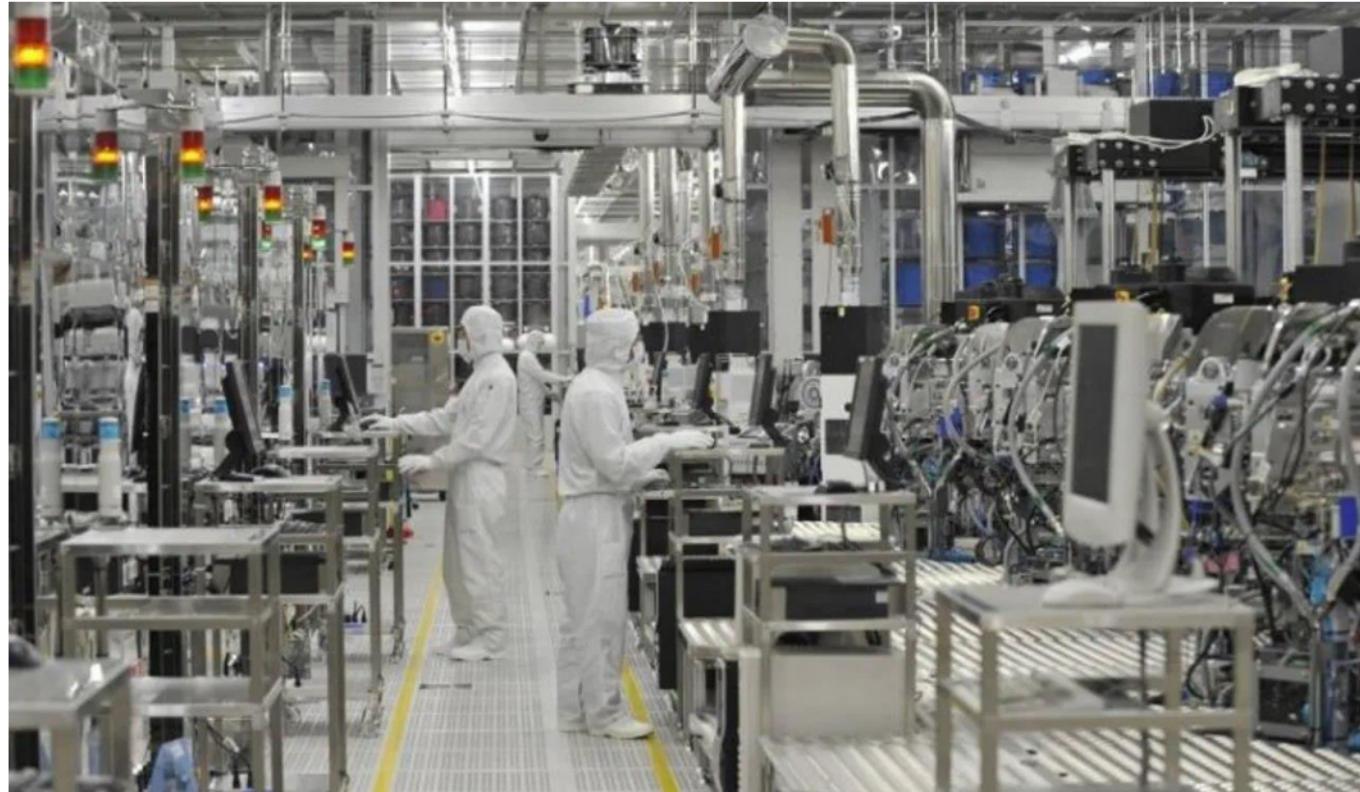
* Lanthanides

** Actinides

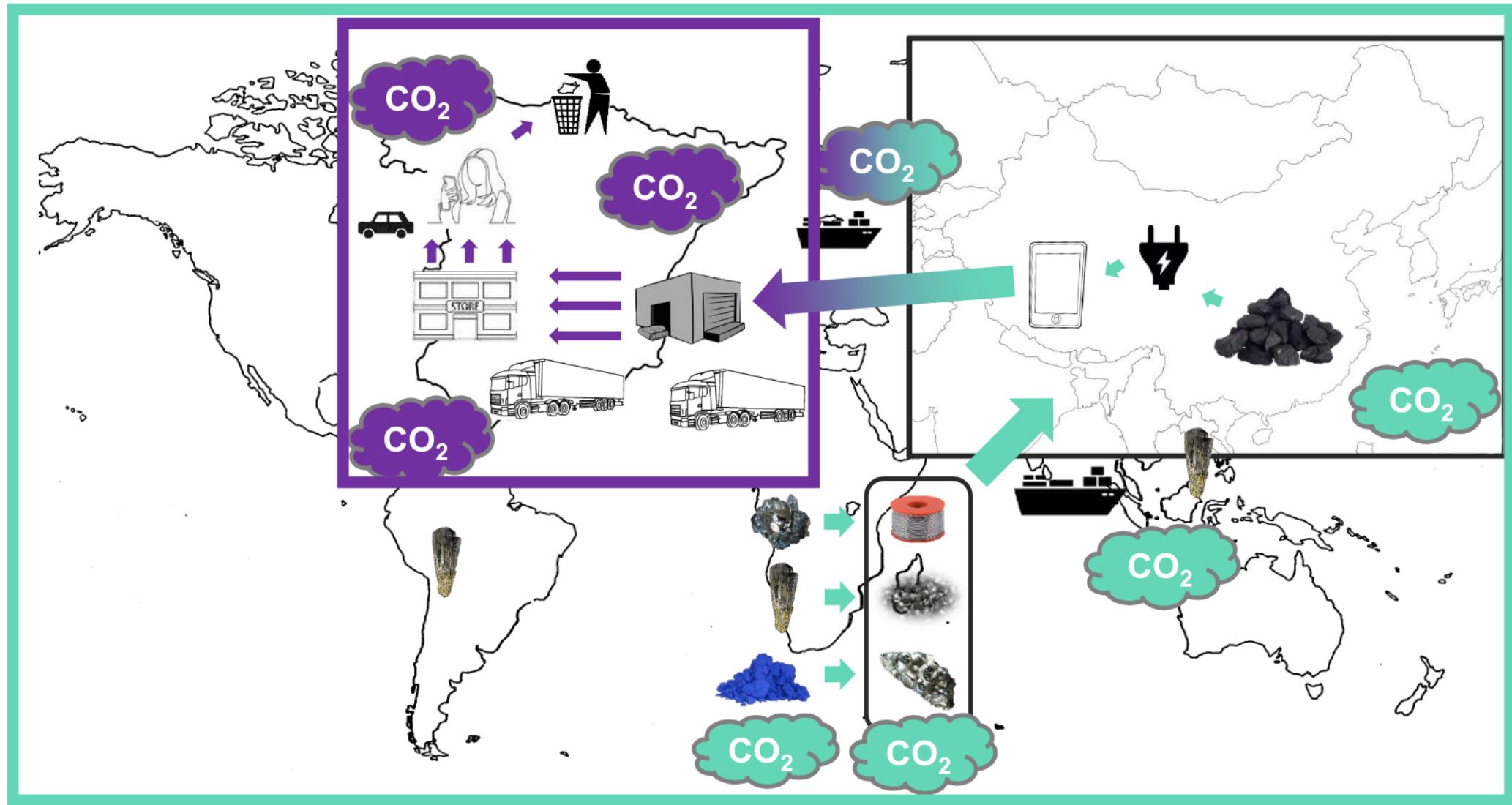
1 H															2 He		
3 Li	4 Be														10 Ne		
11 Na	12 Mg														18 Ar		
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Bi	83 Po	84 At	85 Rn	
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Sg	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uug	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

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

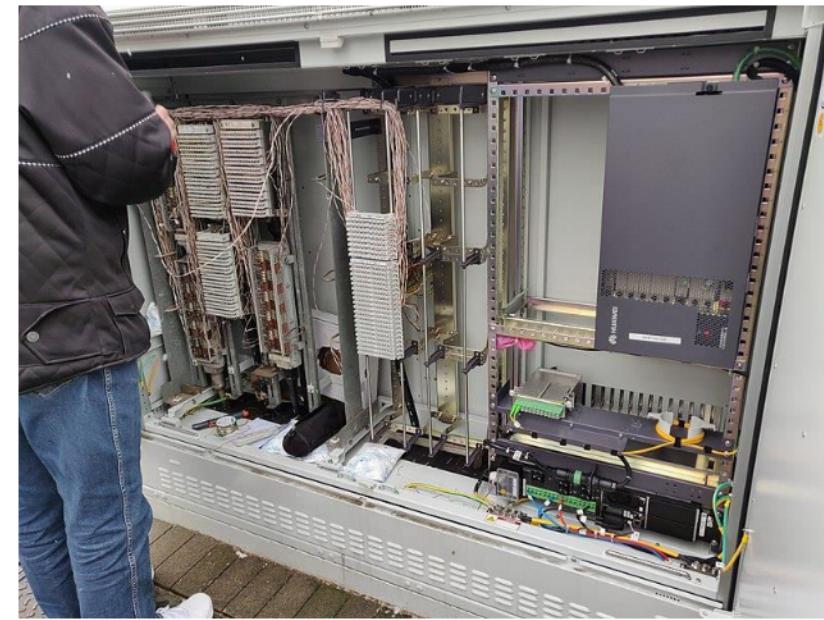
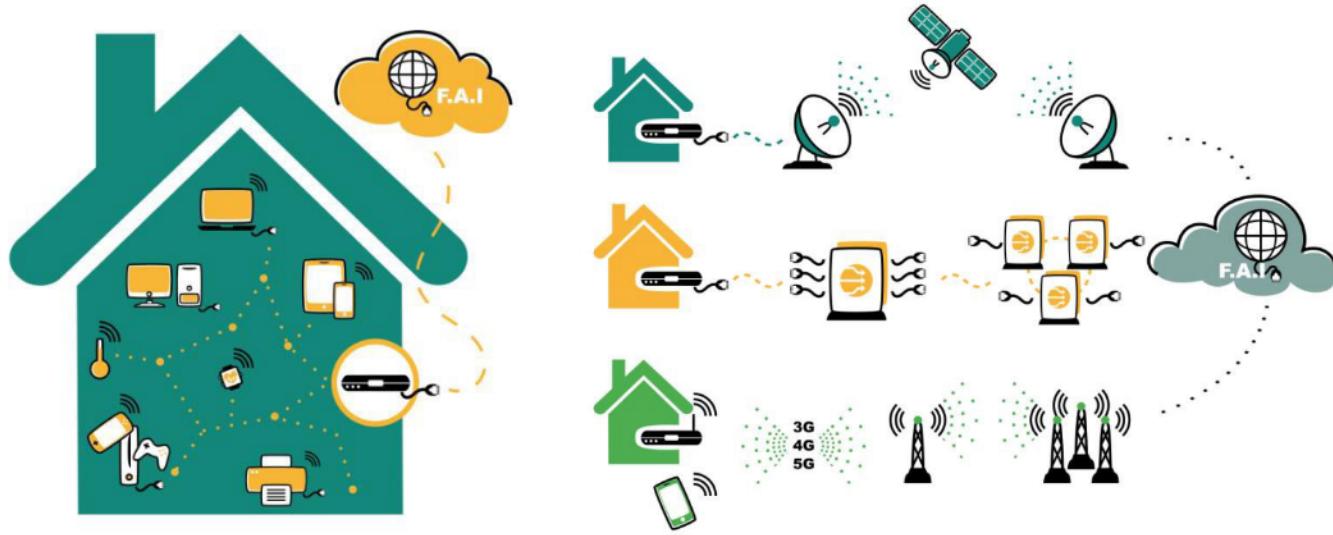
Une empreinte pas si virtuelle que ça



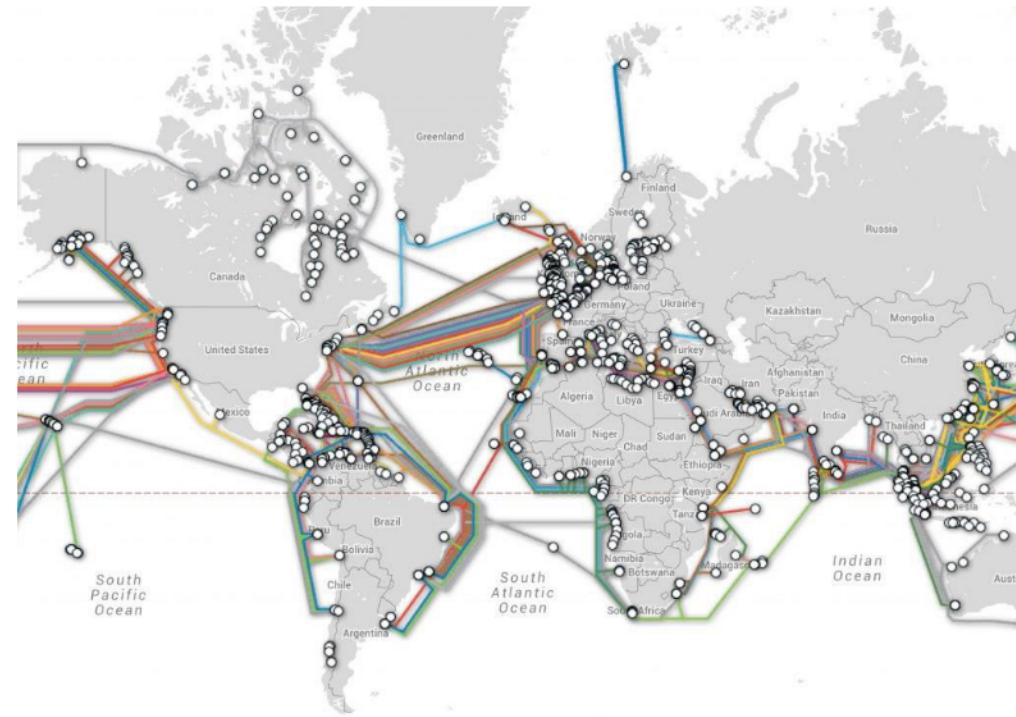
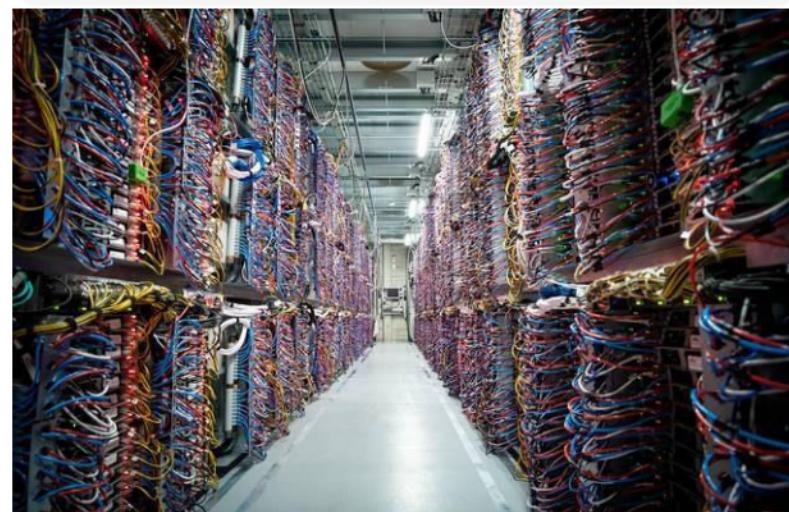
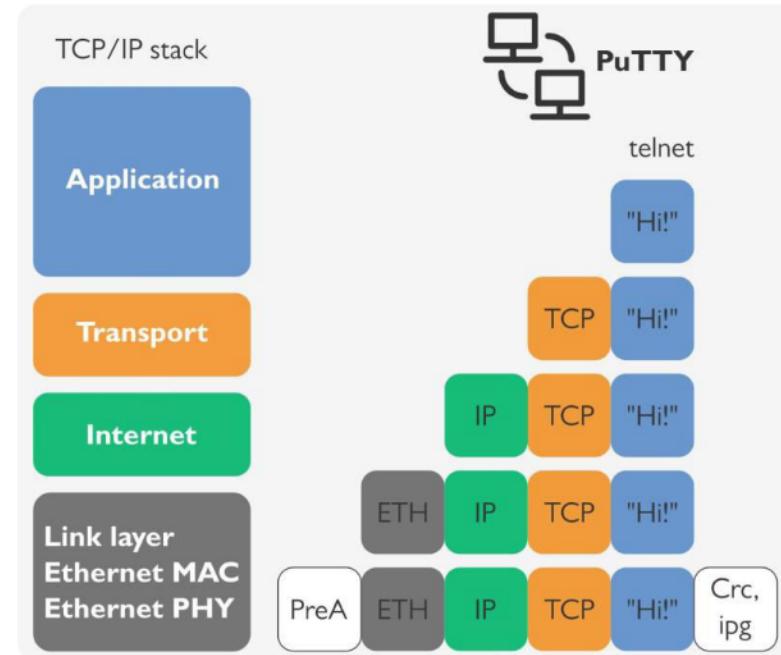
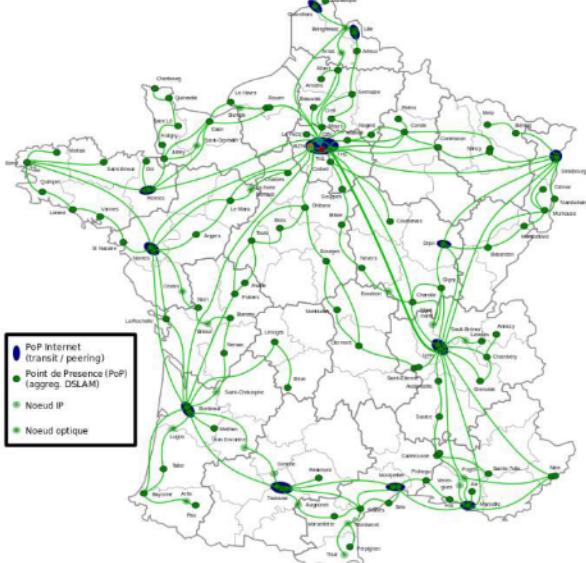
Une empreinte pas si virtuelle que ça



Une empreinte pas si virtuelle que ça



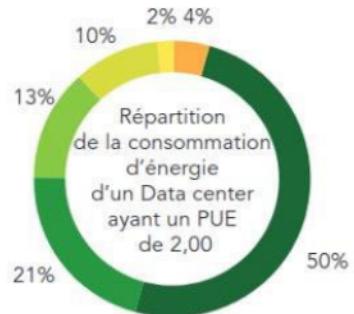
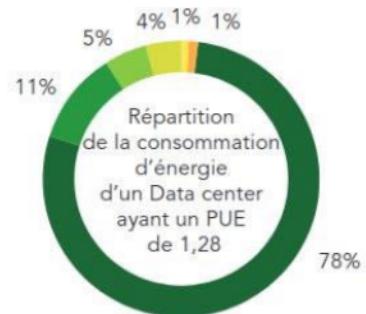
Une empreinte pas si virtuelle que ça



Une empreinte pas si virtuelle que ça



Les schémas suivants présentent des exemples de répartition des consommations d'énergie 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.

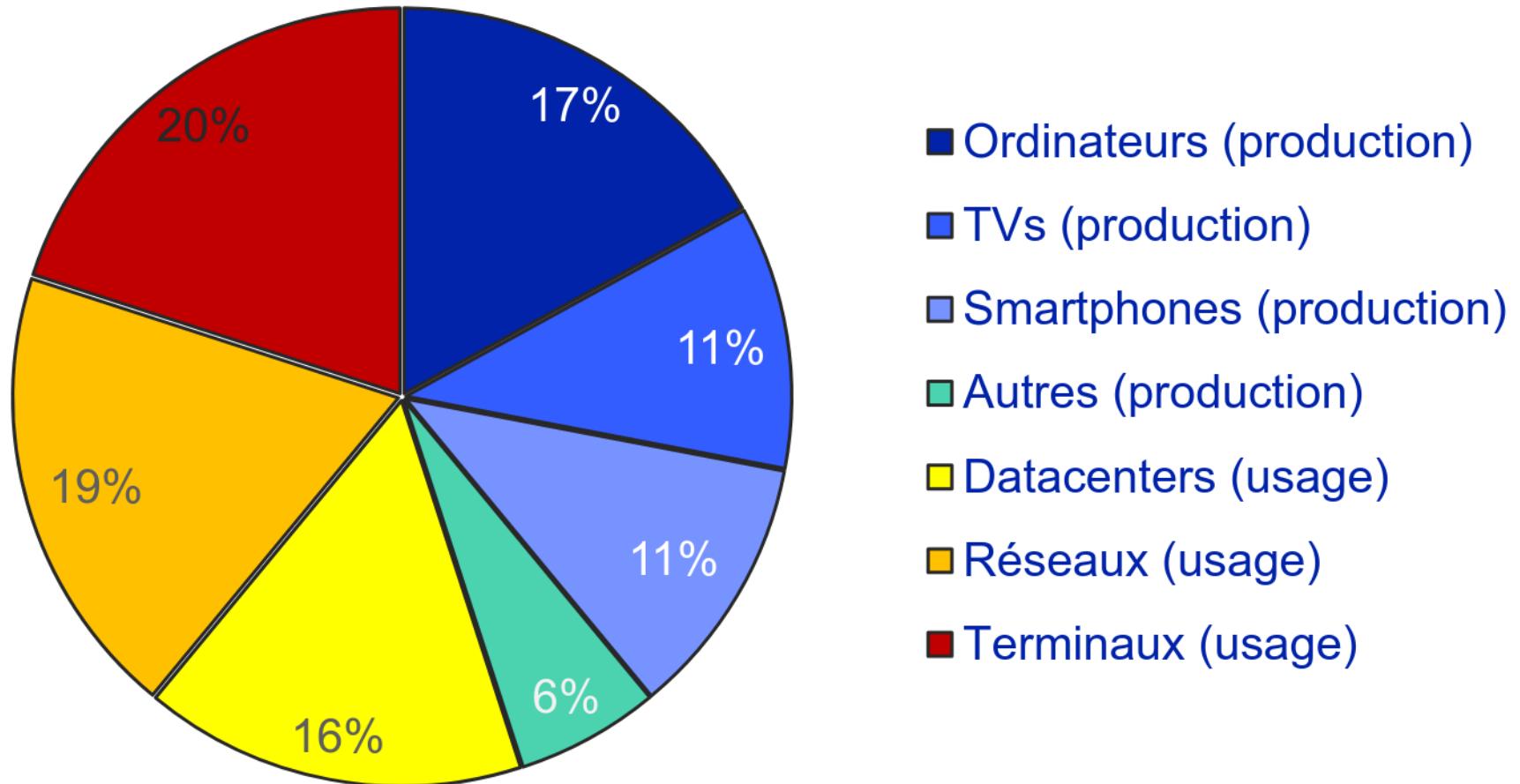


- Equipements IT
- Groupes frigorifiques
- Armoires de climatisation
- ASI (perles)
- Groupe Electrogènes
- Transformateur HTA/BT + Air Neuf + Eclairage



Ordres de grandeur

Répartition de la consommation énergétique du Numérique (en 2017)

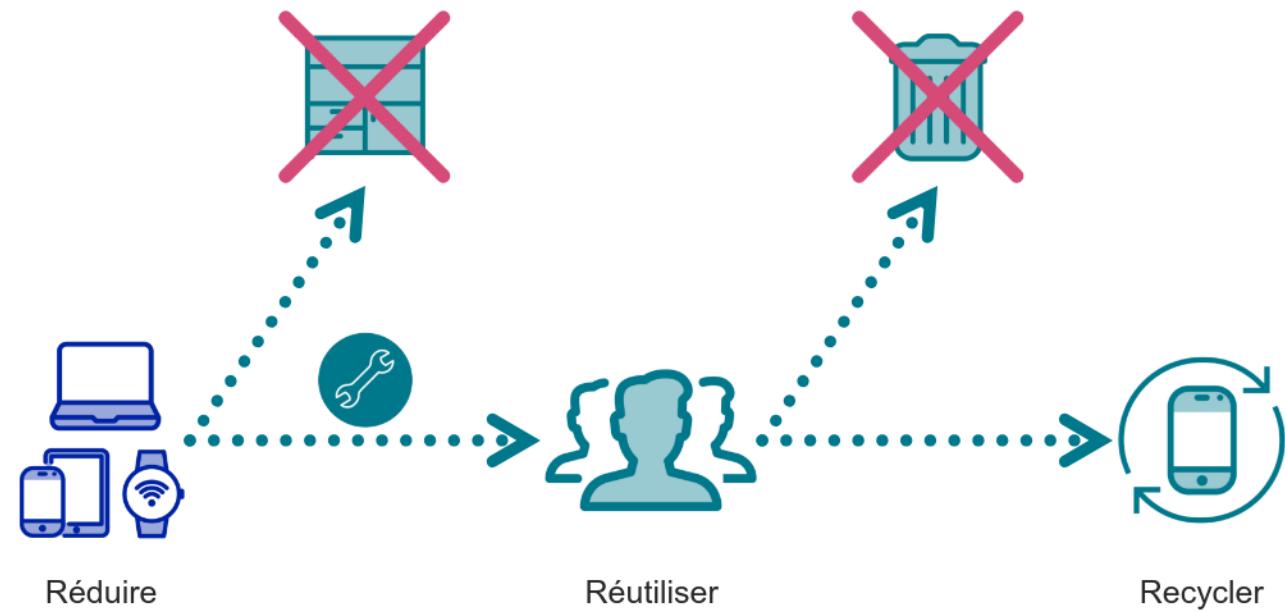
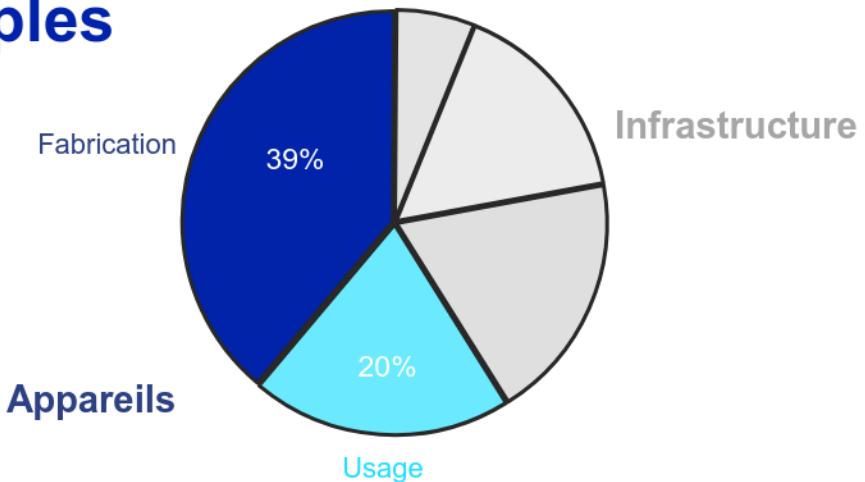
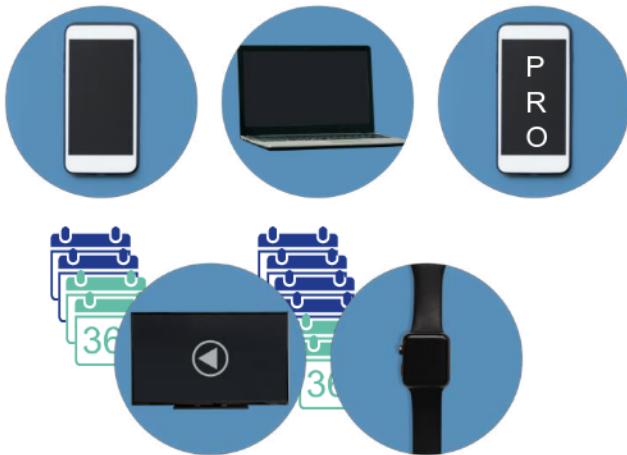




Comment agir ?

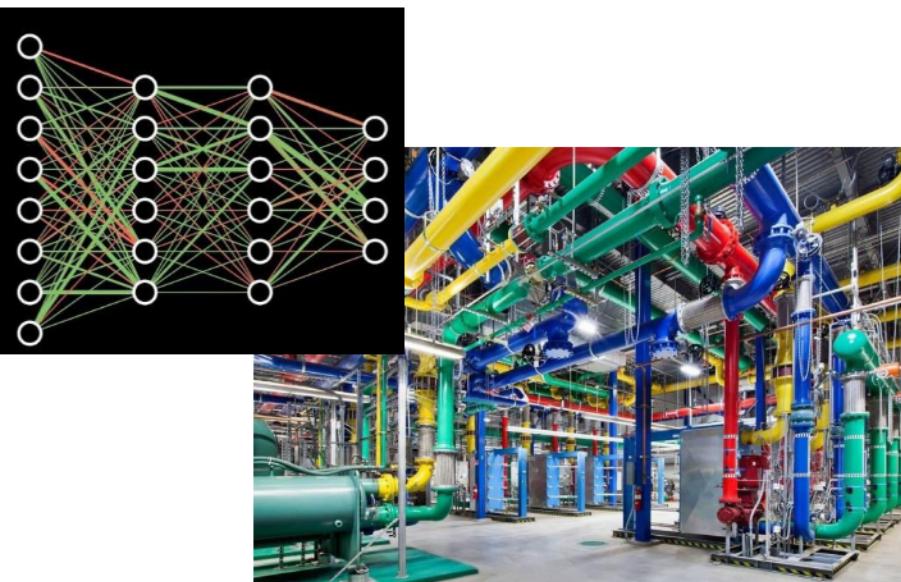
Conseils pratiques simples

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



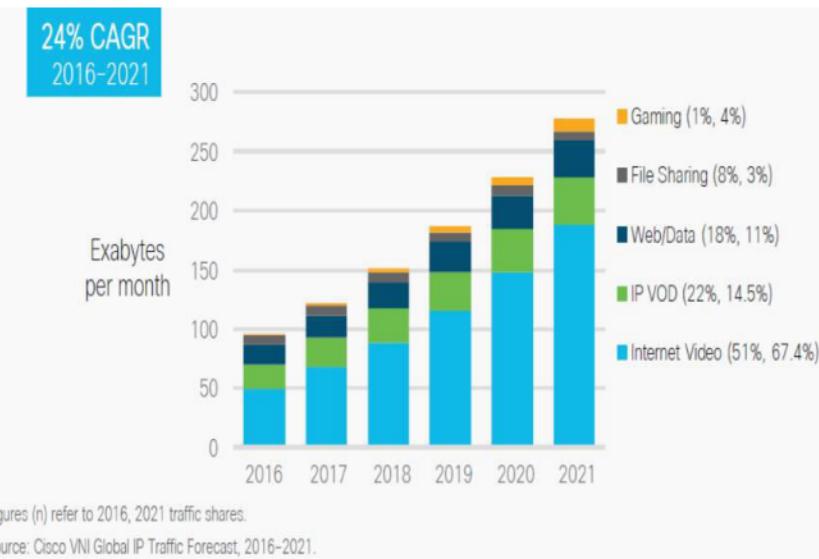
Machine Learning (par réseaux de neurones)

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 !



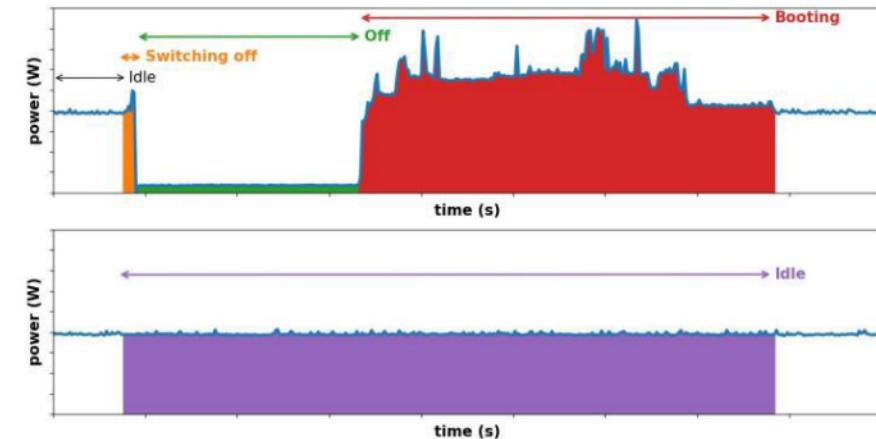
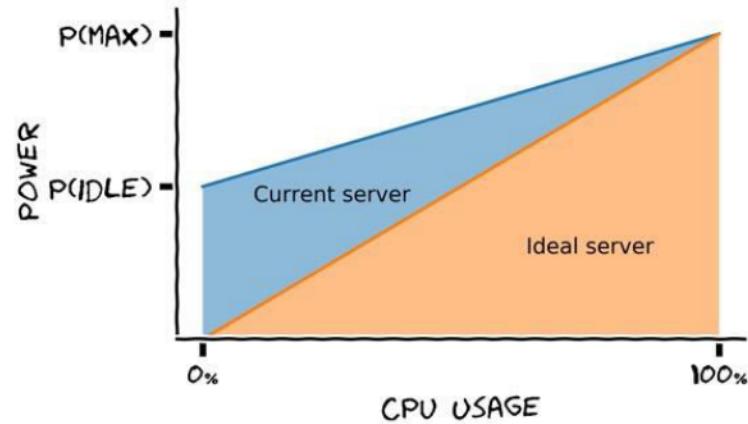
Vidéo

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

Focus – Consommation des infrastructures



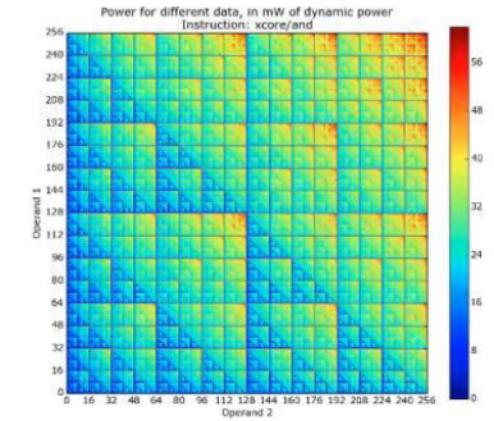
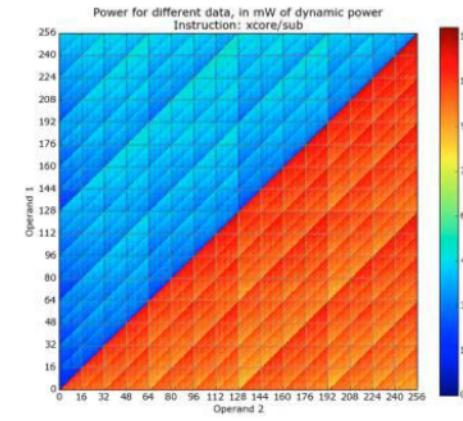
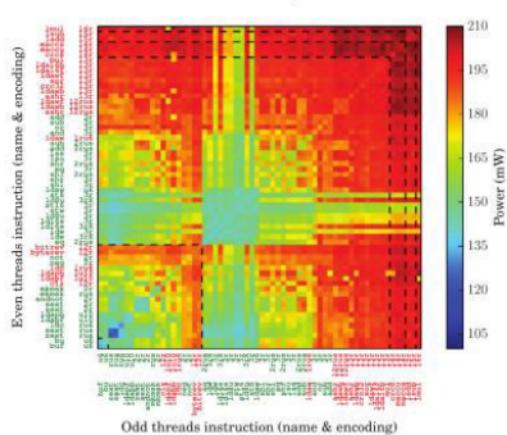
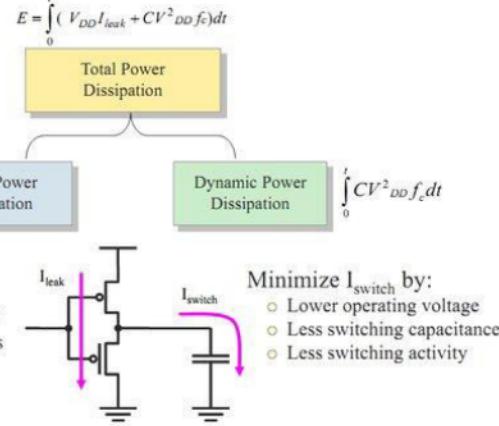
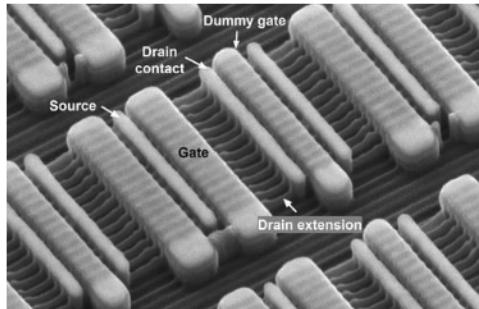
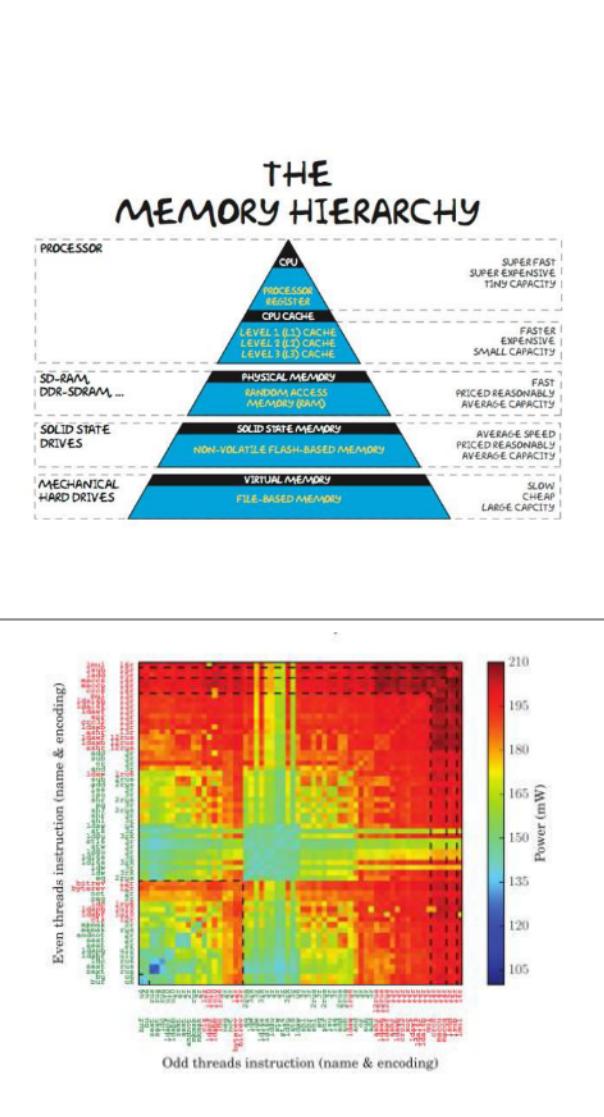
Daily aggregated traffic on AMS-IX(Amsterdam Internet eXchange Point), October 2021.



Focus – Software (et un peu d'Hardware)

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

	Total		
	Energy	Time	Mb
(c) C	1.00	(c) C	1.00
(c) Rust	1.03	(c) Rust	1.04
(c) C++	1.34	(c) C++	1.56
(c) Ada	1.70	(c) Ada	1.85
(v) Java	1.98	(v) Java	1.89
(c) Pascal	2.14	(c) Chapel	2.14
(c) Chapel	2.18	(c) Go	2.83
(v) Lisp	2.27	(c) Pascal	3.02
(c) Ocaml	2.40	(c) Ocaml	3.09
(c) Fortran	2.52	(v) C#	3.14
(c) Swift	2.79	(v) Lisp	3.40
(c) Haskell	3.10	(c) Haskell	3.55
(v) C#	3.14	(c) Swift	4.20
(c) Go	3.23	(c) Fortran	4.20
(i) Dart	3.83	(v) F#	6.30
(v) F#	4.13	(i) JavaScript	6.52
(i) JavaScript	4.45	(i) Dart	6.67
(v) Racket	7.91	(v) Racket	11.27
(i) TypeScript	21.50	(i) Hack	26.99
(i) Hack	24.02	(i) PHP	27.64
(i) PHP	29.30	(v) Erlang	36.71
(v) Erlang	42.23	(i) Jruby	43.44
(i) Lua	45.98	(i) TypeScript	46.20
(i) Jruby	46.54	(i) Ruby	59.34
(i) Ruby	69.91	(i) Perl	65.79
(i) Python	75.88	(v) Erlang	7.20
(i) Perl	79.58	(i) Python	71.90
		(i) Jruby	19.84

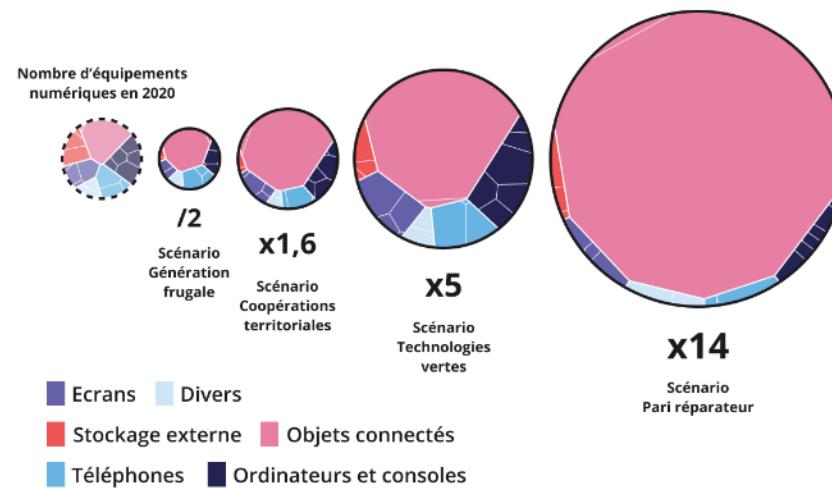


Conclusion – Choix de notre futur numérique



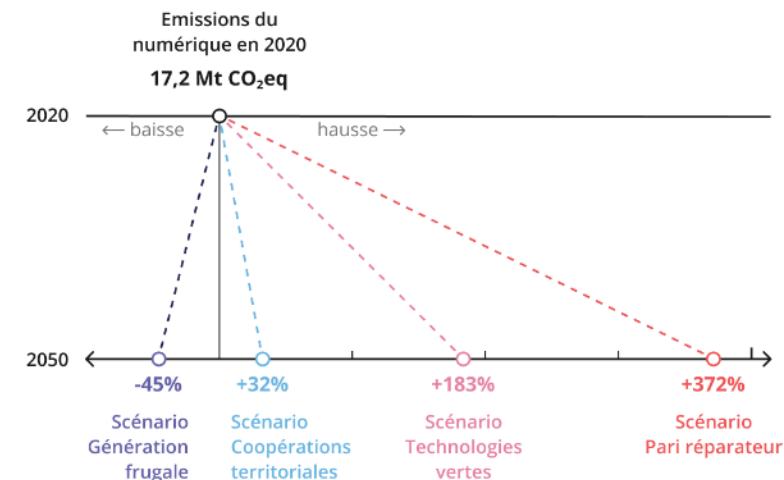
Vers 11 milliards d'équipements numériques en 2050
dont presque autant d'objets connectés ?

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-Arcap.



Hey ! Je pèse dans le game en fait !

