



Smartphone, tablette, ordinateur Vers la sobriété numérique?

Fabrice Jammes

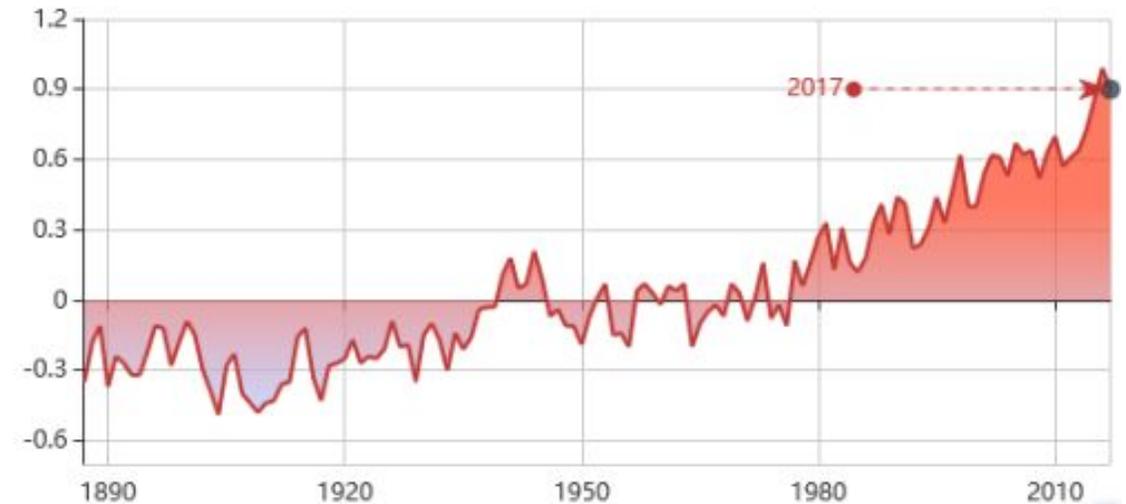
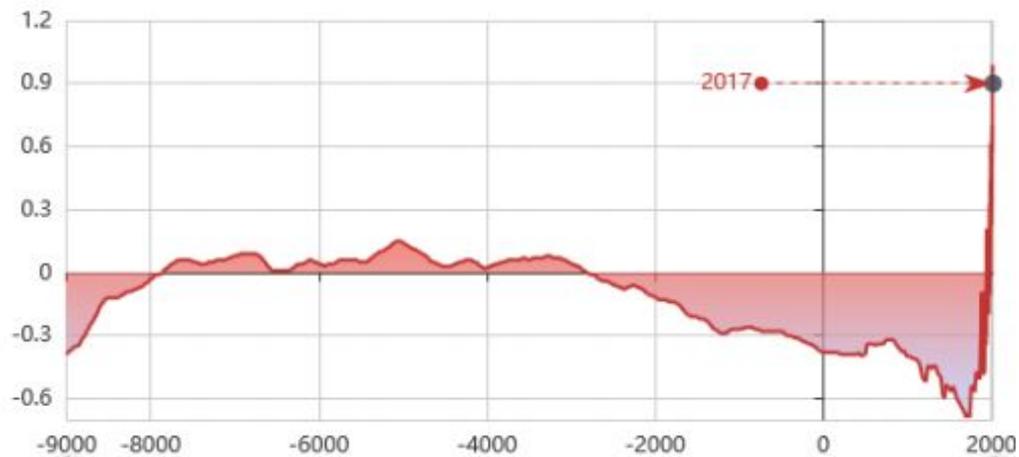
Crédits: [Ecologie et Numérique, Comprendre et Agir, Annabelle Collin](#)
[Juliette Chabassier](#)
[Point d'étape « Lean ICT - Déployer la sobriété numérique » - Hugues Ferreboeuf & Maxime Efoui-Hess](#)

CONTEXTE

Contexte : Crise écologique - Indicateurs

- La terre n'a jamais été aussi chaude depuis >100 000 ans.
- Depuis la dernière ère glaciaire, la température n'avait pas varié de plus de 0.8°C
- La température a augmenté de >1°C depuis la fin du 19ème siècle

Temperature anomalies in the last 11 000 years
°C compared to 1951-1980 average



Changement climatique : Lien températures / Gaz à Effet de Serre (GES)

Extrait du rapport du **GIEC** (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat)

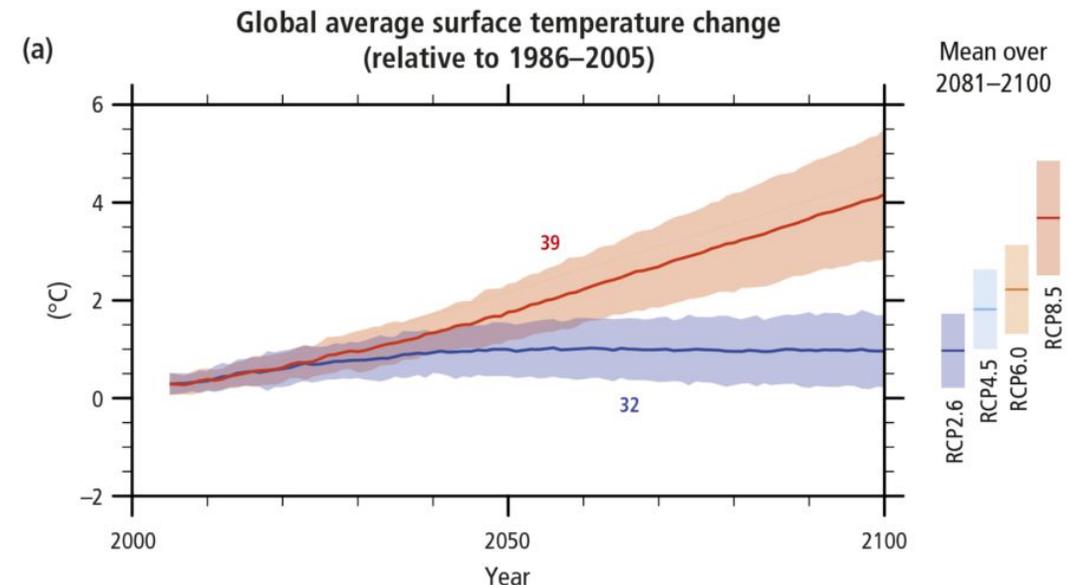
Nous sommes certains que :

- Il y a un effet de serre naturel qui maintient la terre à une température plus élevée qu'elle ne le serait autrement.
- Les activités humaines augmentent fortement les concentrations atmosphériques en **GES**. Cela va provoquer une **augmentation de la température**.
- Certains gaz ont un effet de serre plus importants que les autres, le CO₂ est l'un des principaux.

En se basant sur les modèles actuels, nous prévoyons :

- Une augmentation de la température globale d'environ 1°C d'ici 2025

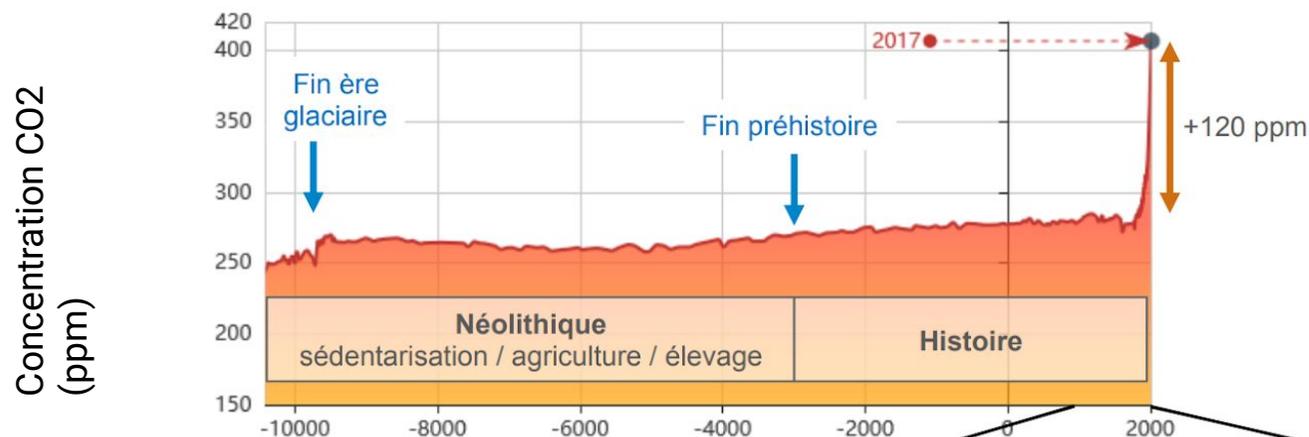
Sources : [Ministère de l'écologie](#) - Site du [GIEC](#) - [Dernier rapport du GIEC](#)



Changement climatique : Lien températures / Gaz à Effet de Serre (GES)

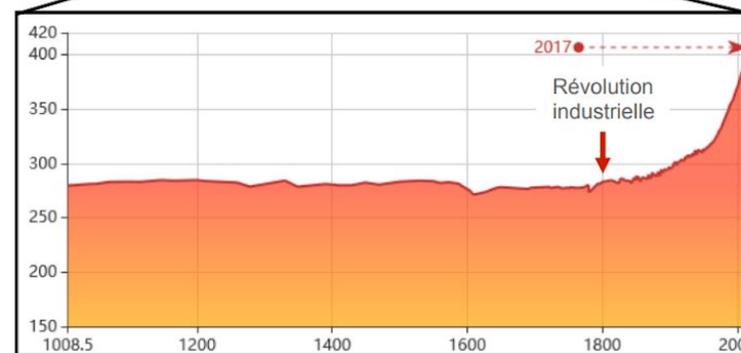
Contexte : Crise écologique - Indicateurs

Changement climatique : Gaz à Effet de Serre (GES)



GES	Conc. préindustrielle	Conc. actuelle	Durée de séjour	Potentiel de Réchauffement à 100 ans
Dioxyde de carbone CO ₂	280 ppm	412 ppm	100 ans	1 (définition)
Méthane CH ₄	0,6 à 0,7 ppm	1,8 ppm	12 ans	25
Protoxyde d'azote N ₂ O	0,27 ppm	0,327 ppm	114 ans	265
Dichlorodifluorométhane CCl ₂ F ₂	0	0,52 ppm	100 ans	
Chlorodifluorométhane CClF ₂	0	0,105 ppm	12 ans	
Trifluorométhane CF ₄	0	0,07 ppm	50 000 ans	7 390
Hexafluorure de soufre SF ₆	0	0,008 ppm	3 200 ans	23 500

Equivalent CO₂

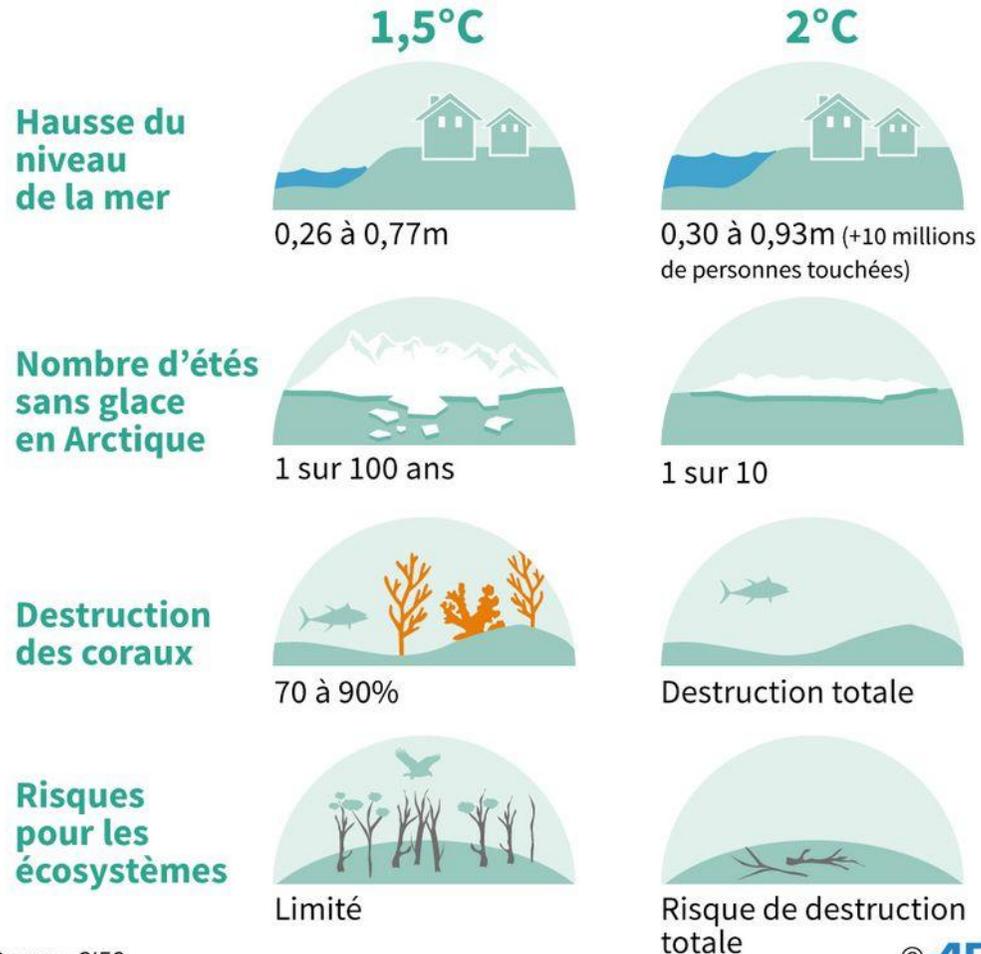


Sources : National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Ice Core records (data) before 1959 and Mauna Loa records (data) after 1959.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Gaz_à_effet_de_serre

Crise écologique: nous avons un "GROS" problème

Les changements climatiques en 2100

Une hausse minimale du réchauffement a des conséquences importantes



Source : GIEC

© AFP

CLIMAT

LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE PLUS FORT QUE PRÉVU ?

Le 17 septembre 2019, des scientifiques français présentent de nouvelles simulations climatiques qui serviront de base au GIEC.

Dans le cas d'une croissance économique rapide



Augmentation de **6,5°C à 7°C** de la température globale en 2100 = **1,7°C à 2,2°C de plus** que le pire scénario du rapport du GIEC de 2014.

Pour limiter le réchauffement à +2°C d'ici 2100



Neutralité carbone planétaire d'ici 2060.



Possibilité de capter **10 à 15 milliards** de tonnes / an de **CO₂** atmosphérique en 2100.

Dans tous les cas



En **2080**, disparition complète de la **banquise**.

Sources : CNRS, CEA, Météo France.

VISACTU

Effondrement de la biodiversité massive et sans précédent - Rapport de l'IPBES

5 causes majeures :

- Changements d'usage des terres et des mers
- Pillage des ressources naturelles
- Effet domino du changement climatique
- Pollution des eaux, sols, air
- Envahissement par des espèces exotiques

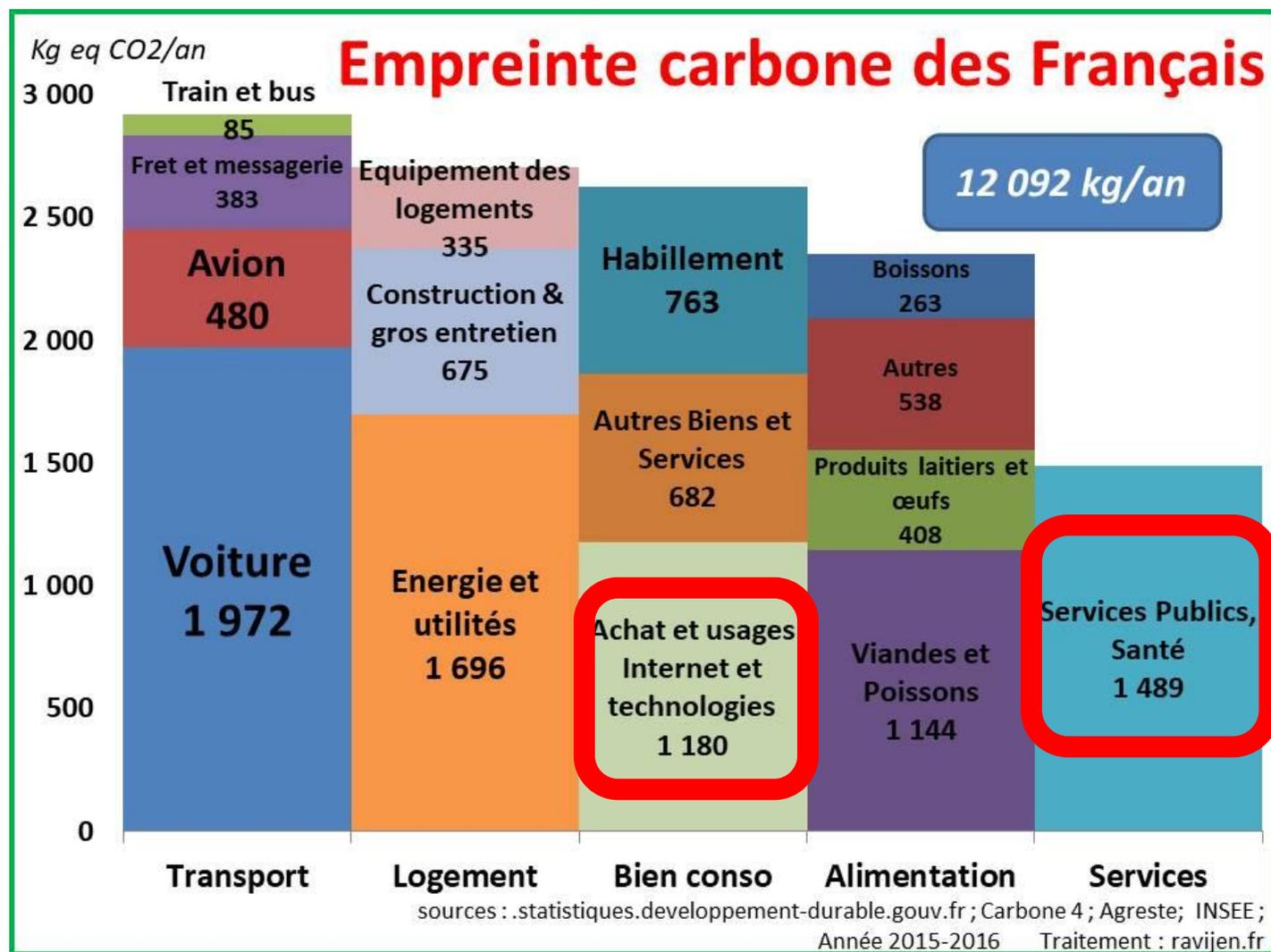
Et des causes indirectes

- Démographie croissante (population mondiale a doublé depuis 50 ans)
- Mondialisation (déplacement des biens et des personnes)
- **Technologies gourmandes (nouvelles technos pèsent sur l'énergie, les ressources et les GES)**
- Gouvernances inadaptées (**croissance infinie dans un monde limité**)



Empreinte carbone d'un français

Objectif à 30 ans: 2 tonnes CO2/an/personne ...



=> ~ 12 tonnes eq. CO2

Objectif accord de Paris :
diminuer d'un facteur 6
pour 2050 ~ 2 tonnes ...

Et moi ?

[MicMac | Mon Impact Carbone, Mes Actions Concrètes](#)

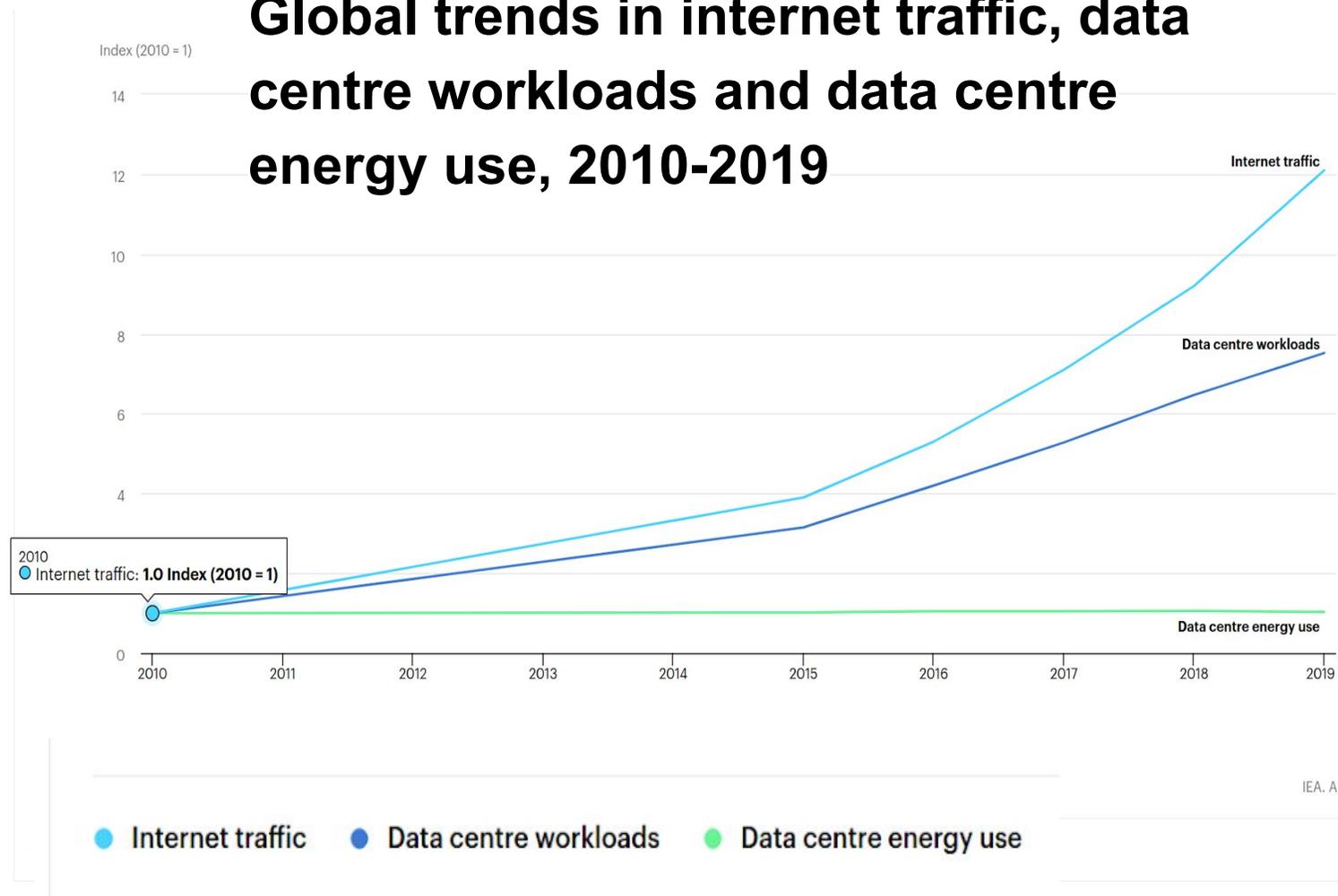
Source : [L'empreinte carbone des français, un sujet tabou ?](#)

Le numérique: empreinte mondiale

Empreinte du numérique en 2020

- Les 70 Ko qui ont permis d'aller sur la Lune en 1969 suffisent désormais à peine à envoyer un e-mail !
- L'empreinte environnementale du numérique mondial équivaut à celle d'un continent de 2 à 3 fois la taille de la France
- Contribution du numérique à l'épuisement des ressources abiotiques et au réchauffement climatique qui contribuent à la régression écologique en cours.
- La fabrication d'un ordinateur nécessite **100 fois son poids final** en matières premières.
- 240kg de combustibles fossiles, 22 kg de produit chimique, 1.5 tonne d'eau par ordinateur.

Global trends in internet traffic, data centre workloads and data centre energy use, 2010-2019



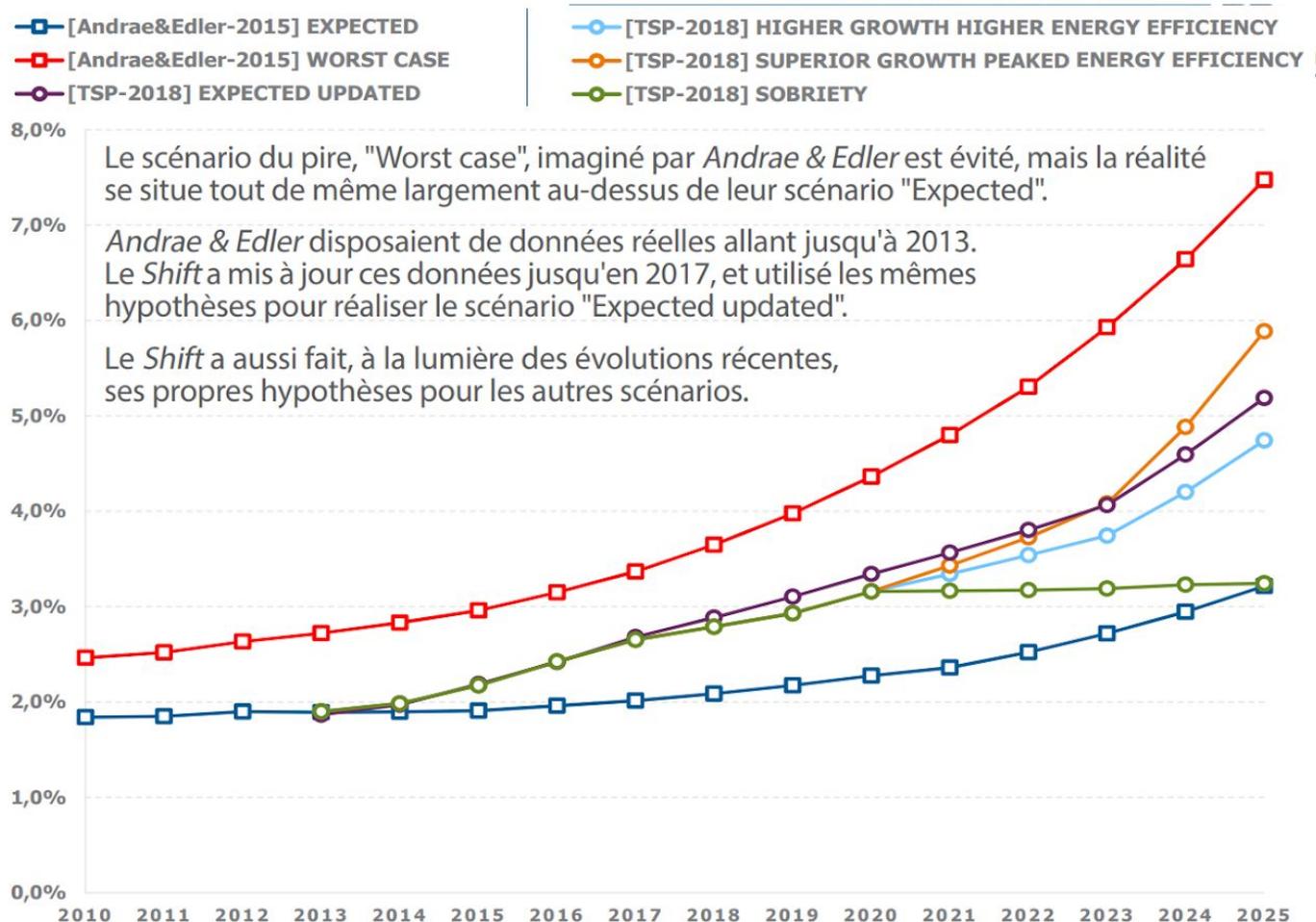
La fabrication du matériel à un impact environnemental fort

- **Fabrication des équipements** présents chez les utilisateurs – TV connectés, ordinateurs, smartphones, box, etc. : **59 % à 84 % des impacts environnementaux. Augmentation prévue avec la multiplication des TV, smartphones et objets connectés à venir.**
- En 2019, la hiérarchie des sources d'impacts était la suivante, par ordre décroissant d'importance :
 - Fabrication des équipements utilisateurs (30 à 76 % des impacts) ;
 - Consommation électrique des équipements utilisateurs (1 à 29 % des impacts) ;
 - Consommation électrique du réseau (1 à 21 % des impacts) ;
 - Fabrication des équipements réseau (2 à 16 % des impacts) ;
 - Consommation électrique des centres informatiques (1 à 16 % des impacts) ;
 - Fabrication des équipements hébergés par les centres informatiques
 - Fabrication des équipements réseau (1 à 8 % des impacts).

Source [Quelle est l'empreinte environnementale du numérique mondial](#)

En terme de consommation d'énergie

Etat des lieux et scénarios pour 2025:



Évolution de la consommation énergétique mondiale du numérique entre 2010 et 2025, rapportée à la consommation énergétique mondiale totale

[Source : scénarios et calculs *The Shift Project* 2018, à partir de *Andrae & Edler* 2015]

Source:

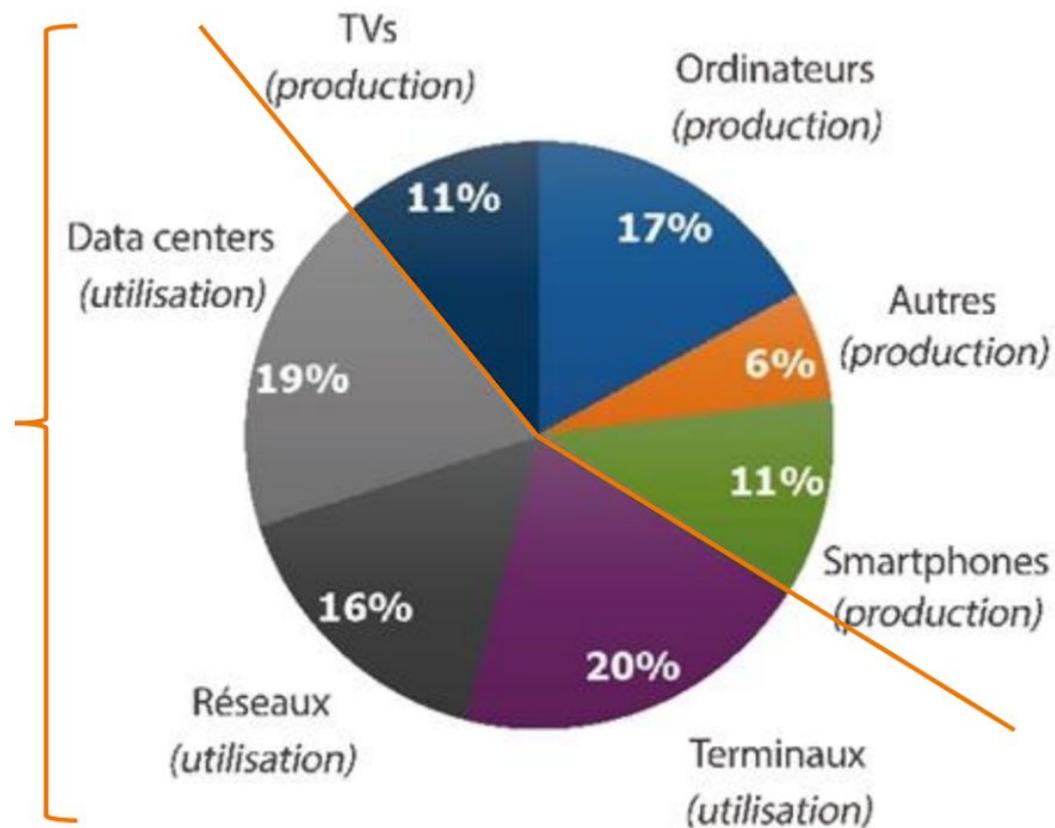
[Lean ICT - Les impacts environnementaux du Numérique](#)

Le numérique, un nuage matériel

Ratio de consommation
énergétique

55 %

**Trafic et
stockage de
données**



*Rapport Lean ICT (2018)
Figure 3 p. 18
The Shift Project*

Explosion du volume de données ↔ Production d'infrastructures

En terme d'émission de CO2

Etat des lieux et scénarios pour 2025:

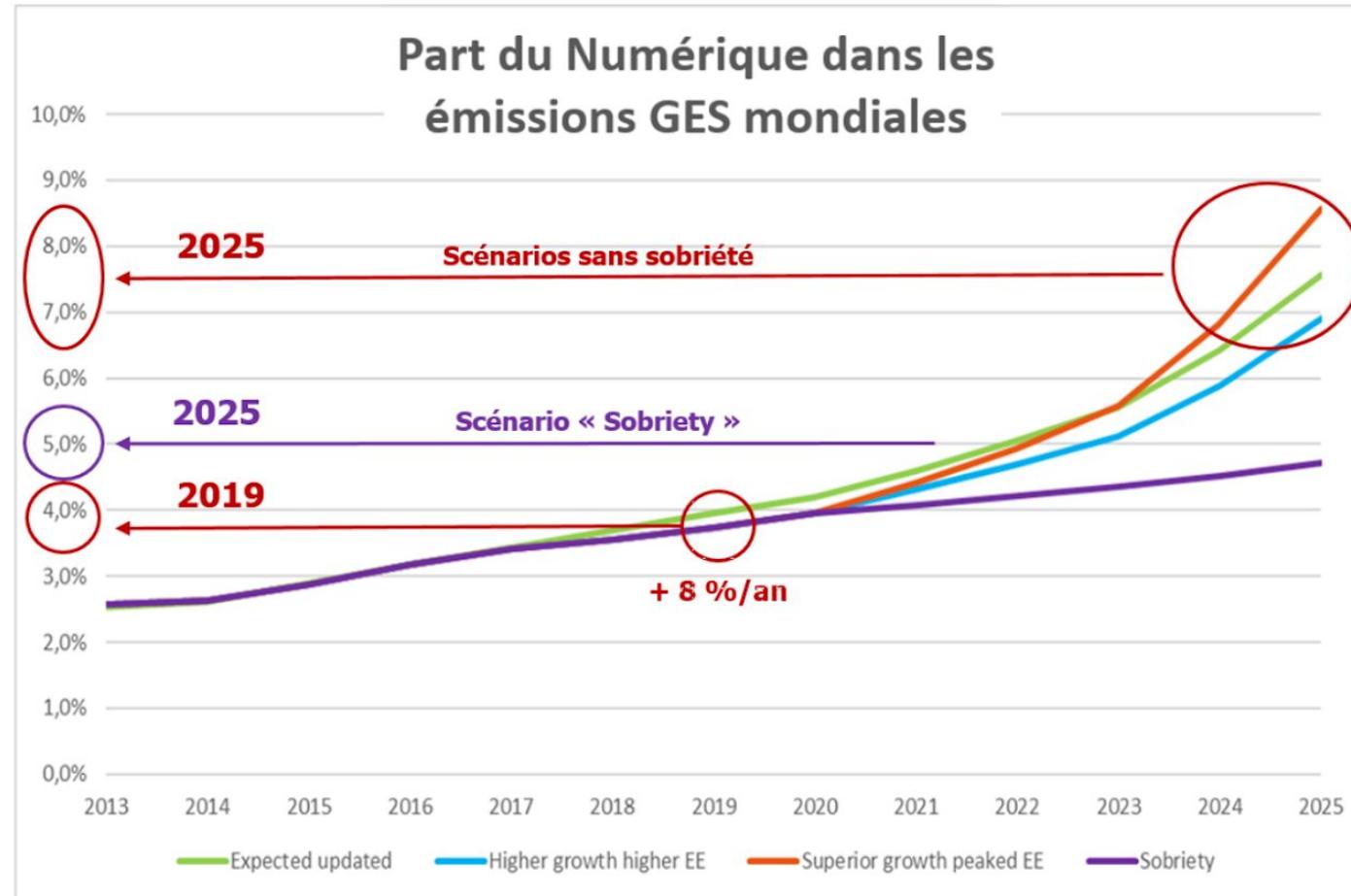


Figure 1 : Evolution 2013-2025 de la part du Numérique dans les émissions de GES mondiales
[Source: « Lean ICT – Pour une sobriété numérique » (The Shift Project, 2018)]

Source: [Lean ICT - Les impacts environnementaux du Numérique](#)

En terme de consommation de ressources naturelles

Composition d'un PC

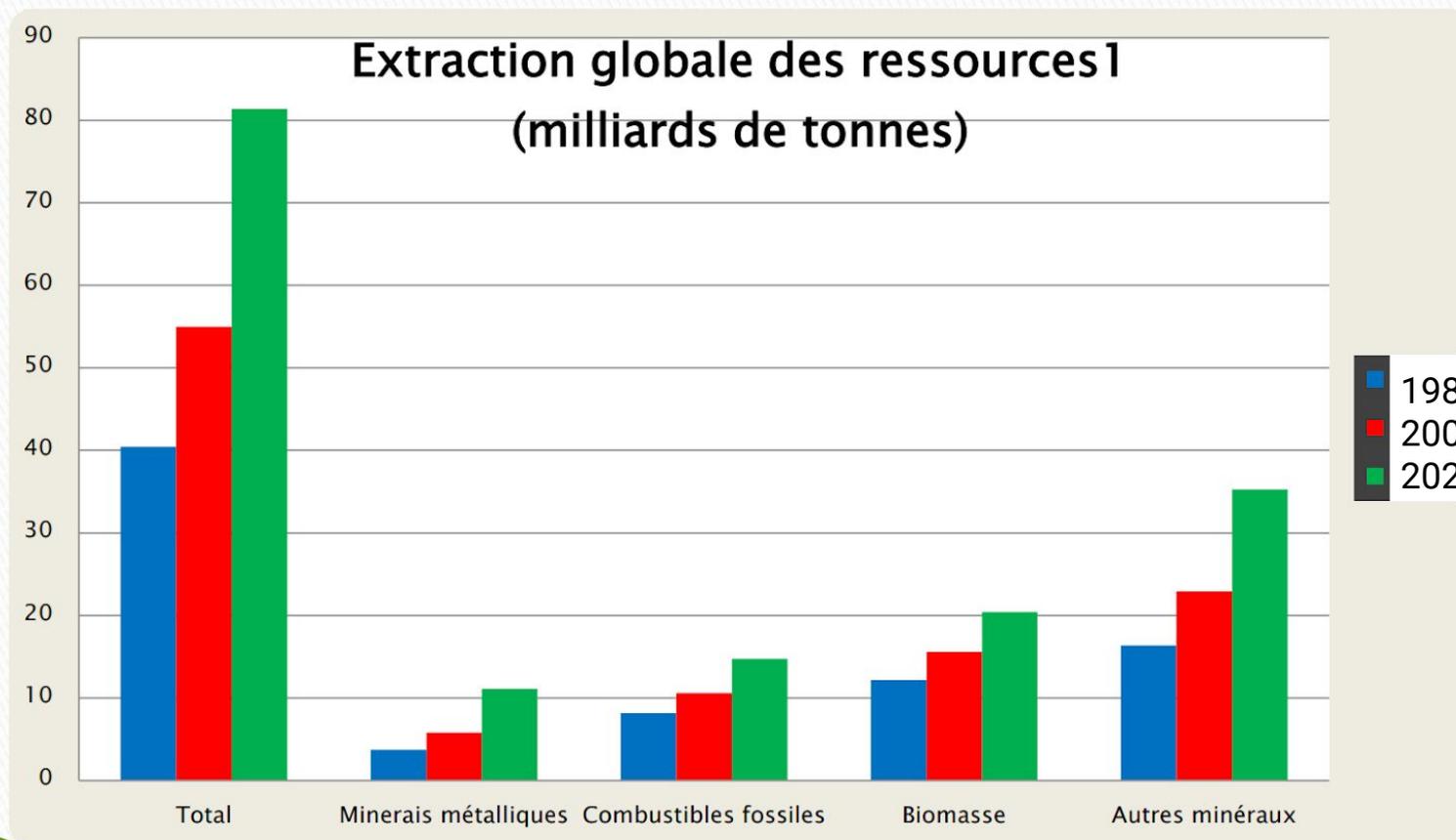
1A																	8A	
1	2											13	14	15	16	17	18	
1	H											5	6	7	8	9	10	
2	Li	3B	4B	5B	6B	7B	8B		11B	12B	B	C	N	O	F	Ne		
3	Na	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

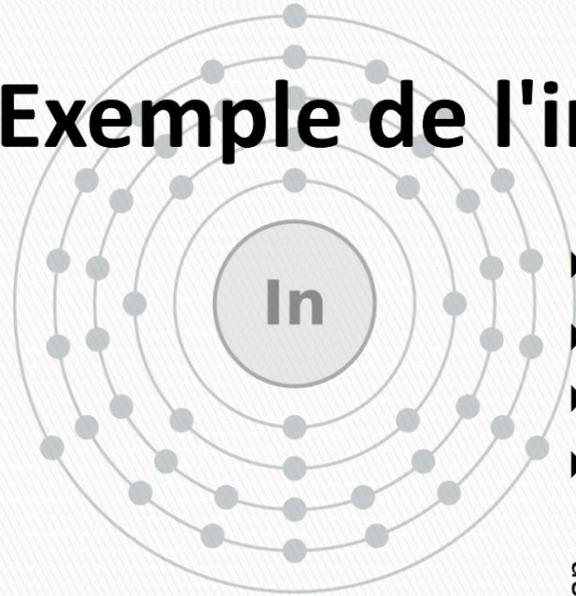
 76,8% de la masse totale

 1,9% de la masse totale

Volume des extractions

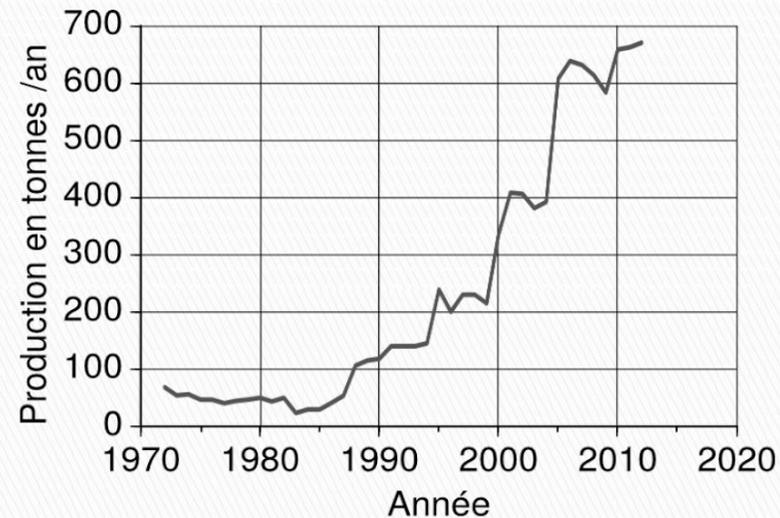


Exemple de l'indium



- ▶ Usage :
- ▶ Écrans LCD et tactiles
- ▶ (1g dans un écran 15")
- ▶ >50 % de la production pour les TIC

- ▶ 70 \$/kg en 2001
- ▶ 700 \$/kg en 2010
- ▶ 10 à 15 ans de stock
- ▶ Recyclage < 1 %



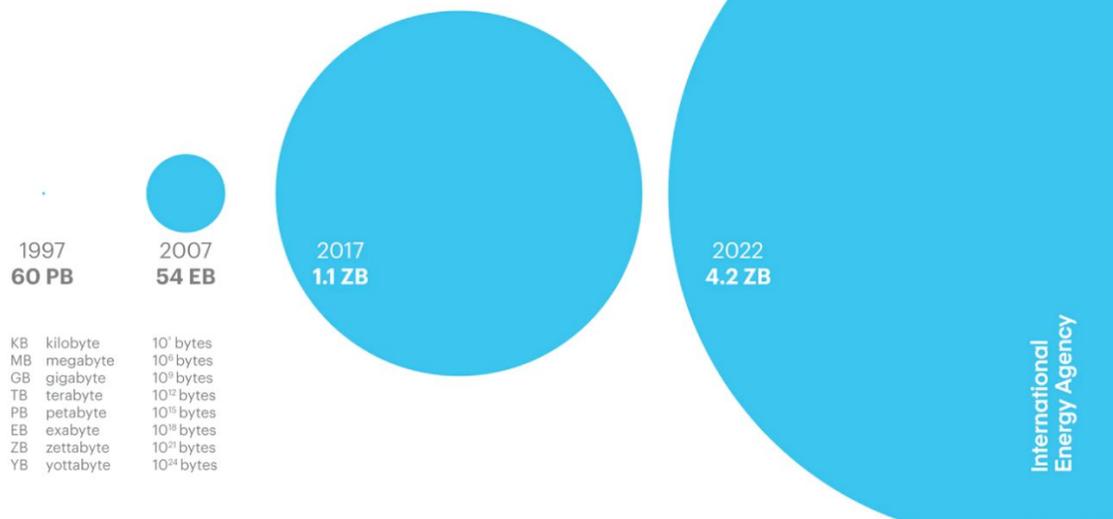
[Quel futur pour les métaux ? - Raréfaction des métaux : un nouveau défi pour la société - De Philippe Bihouix et Benoît de Guillebon](#)

Focus sur le réseau

Le trafic internet augmente très vite

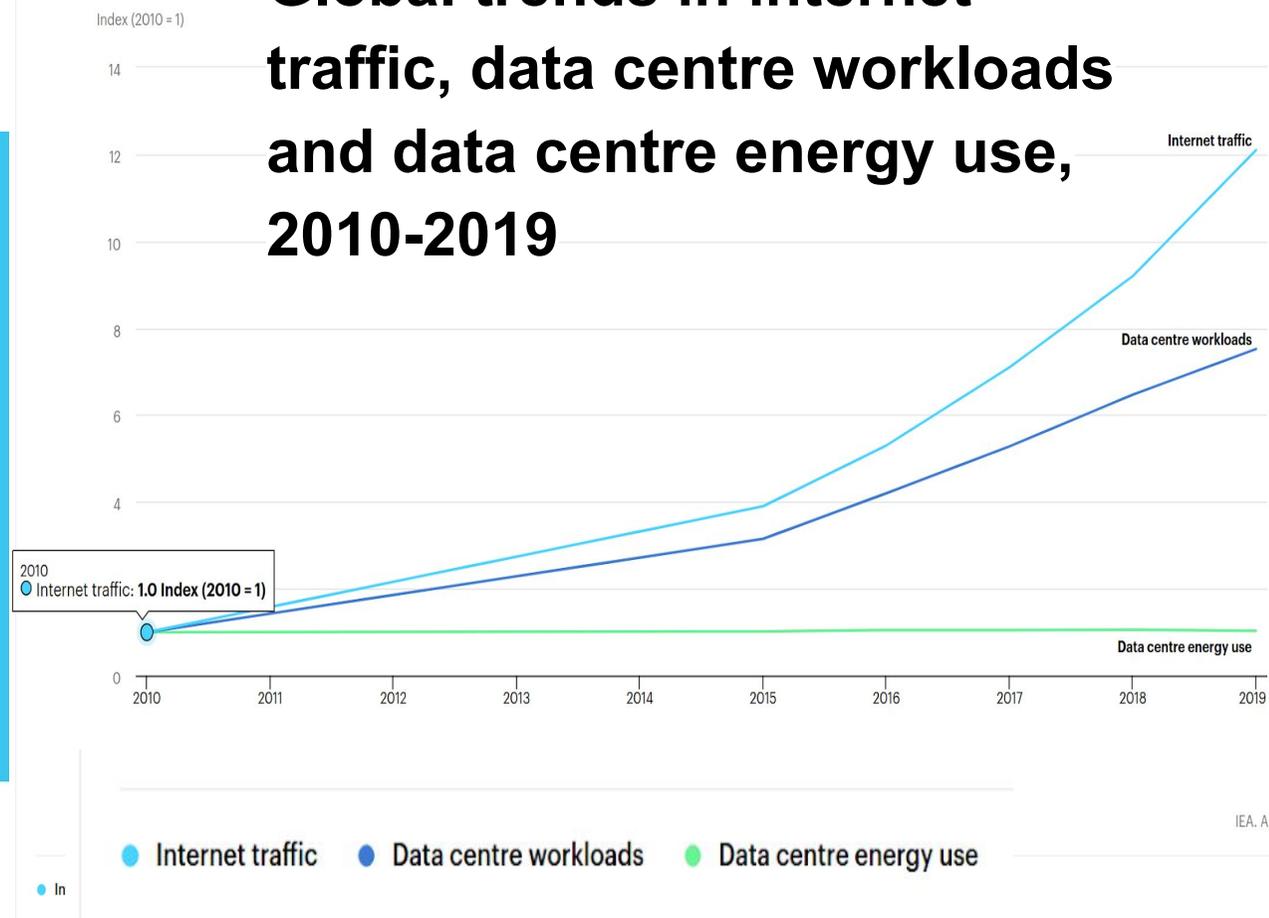
Global annual internet traffic

Tracking Clean Energy Progress



KB	kilobyte	10 ³ bytes
MB	megabyte	10 ⁶ bytes
GB	gigabyte	10 ⁹ bytes
TB	terabyte	10 ¹² bytes
PB	petabyte	10 ¹⁵ bytes
EB	exabyte	10 ¹⁸ bytes
ZB	zettabyte	10 ²¹ bytes
YB	yottabyte	10 ²⁴ bytes

Global trends in internet traffic, data centre workloads and data centre energy use, 2010-2019



La vidéo en ligne en est la principale cause

Répartition des flux de données entre les différents usages du numérique et de la vidéo en ligne

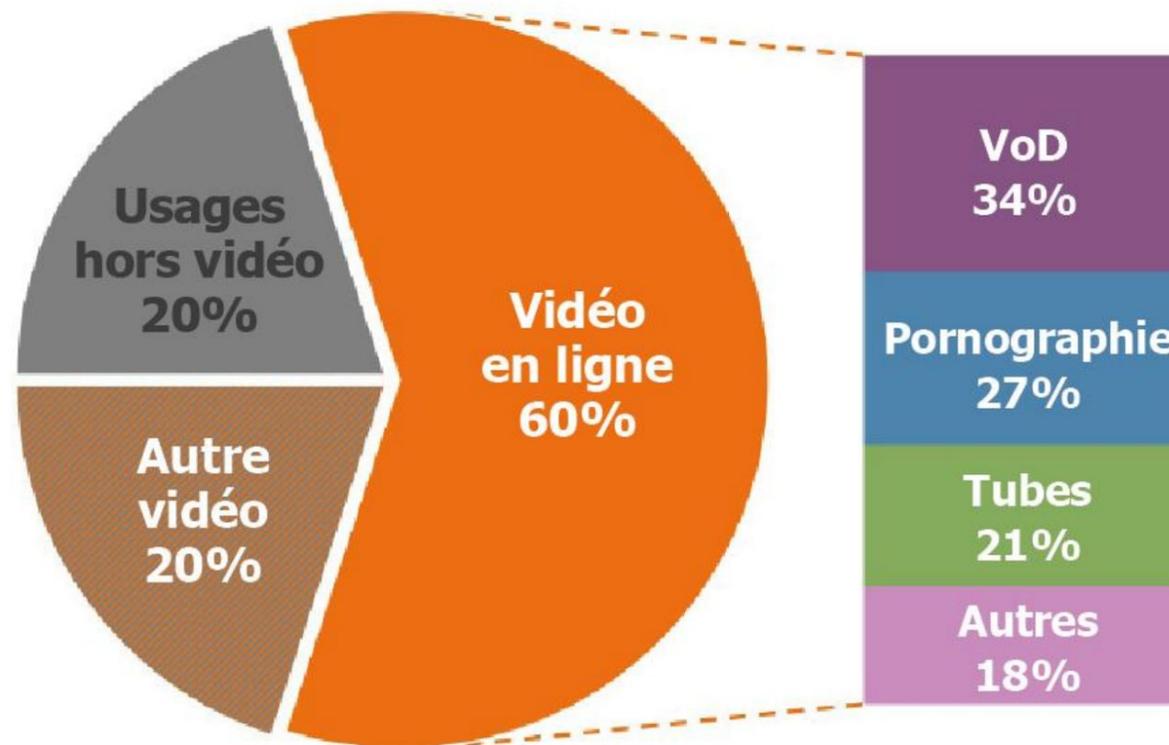


Figure 3 : Répartition des flux de données entre les différents usages du numérique et de la vidéo en ligne en 2018
[Source : « [Video+ Materials] Internet Video Traffic by use » (The Shift Project Materials, 2019a)]

Source: [« Climat : l'insoutenable usage de la vidéo » : le nouveau rapport du Shift](#)

Classement Greenpeace 2015 de grands acteurs du WWW

Streaming Video

Site	Grade	Host	Transparency	Commitment	Championship	Clean Energy %	Coal %	Gas %	Nuclear %
ABC.go.com	D	Amazon Web Services	✗	✗	✗	23	27	21	26
Go.com	D	Switch	✗	✗	✗	14	36	48	1
HBOgo.com	D	MLB Advanced Media	✗	✗	✗	21	22	24	28
Hulu.com	F	Equinix	✗	✗	✗	15	32	28	18
Netflix.com	D	Amazon Web Services	✗	✗	✗	23	27	21	26
Twitch.tv	F	Multiple providers	✗	✗	✗	12	31	29	21
Vevo.com	F	Rackspace and AWS	✗	✗	✗	24	30	21	24
Vimeo.com	D	Multiple providers	✗	✗	✗	22	31	27	20
Vine.co	F	Amazon Web Services	✗	✗	✗	23	27	21	26
Youtube.com	B	Google	✓	✓	✓	46	21	15	13

Search & Email

Site	Grade	Host	Transparency	Commitment	Championship	Clean Energy %	Coal %	Gas %	Nuclear %
AOL.com	D	AOL and others	✓	✗	✗	11	37	23	28
Bing.com	C	Microsoft	✗	✗	✓	39	30	19	10
Google.com	B	Google	✓	✓	✓	46	21	15	13
Live.com	C	Microsoft	✗	✗	✓	39	30	19	10
Microsoft.com	C	Microsoft	✗	✗	✓	39	30	19	10
Microsoftonline.com	C	Microsoft	✗	✗	✓	39	30	19	10
MSN.com	C	Microsoft	✗	✗	✓	39	30	19	10
Yahoo.com	B	Yahoo	✓	✗	✓	73	11	6	8

IT Services

Site	Grade	Host	Transparency	Commitment	Championship	Clean Energy %	Coal %	Gas %	Nuclear %
Adobe.com	C	Adobe and others	✓	✗	✓	30	19	39	7
Amazonaws.com	D	Amazon Web Services	✗	✓	✗	23	27	21	26
Github.com	F	Rackspace	✗	✗	✗	25	33	21	21
Godaddy.com	F	GoDaddy and others	✗	✗	✗	10	30	22	30
Mailchimp.com	C	QTS and others	✓	✗	✓	9	33	37	21
Outbrain.com	F	InterNAP	✗	✗	✗	9	43	17	26
Salesforce.com	B	Salesforce	✓	✓	✓	23	25	20	26

Video: [Dites à Netflix de se mettre au vert !](#)

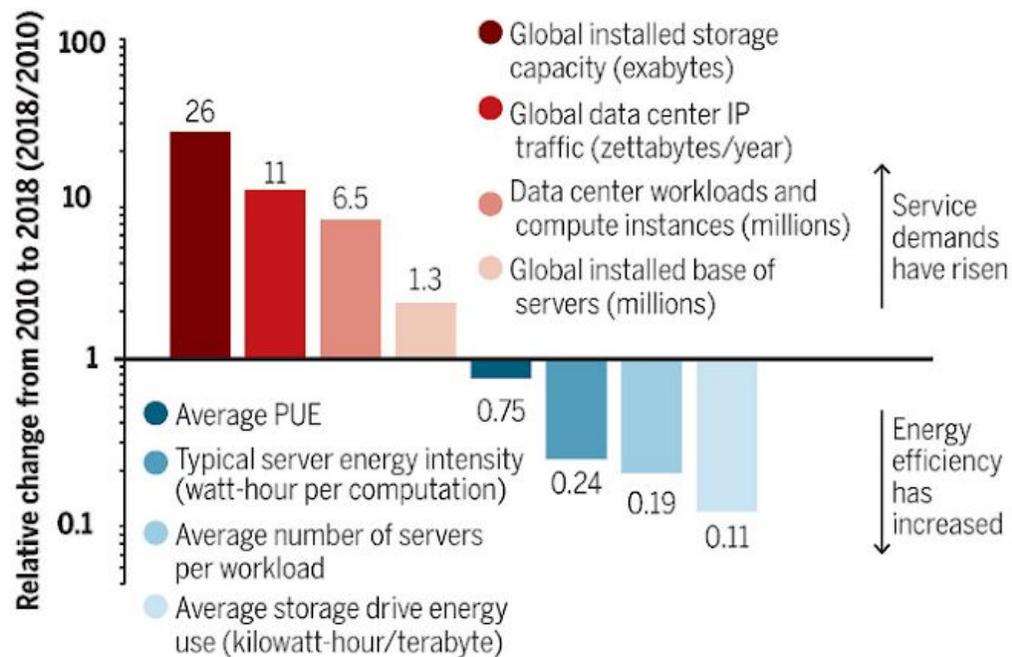
A modérer, le nucléaire émet tout de même beaucoup moins de CO2 que le charbon et le gaz!

Source: [Click Clean Scorecard: Key Findings & Scores Explained](#)

Focus sur les datacenters

Datacenter: plus c'est gros, moins ça pollue

Trends in global data center energy-use drivers



PUE, power usage effectiveness; IP, internet protocol.

Entre 2010 et 2018, dans les Datacenters:

- consommation énergétique: +6%
- quantité de calcul: +500%

Cause:

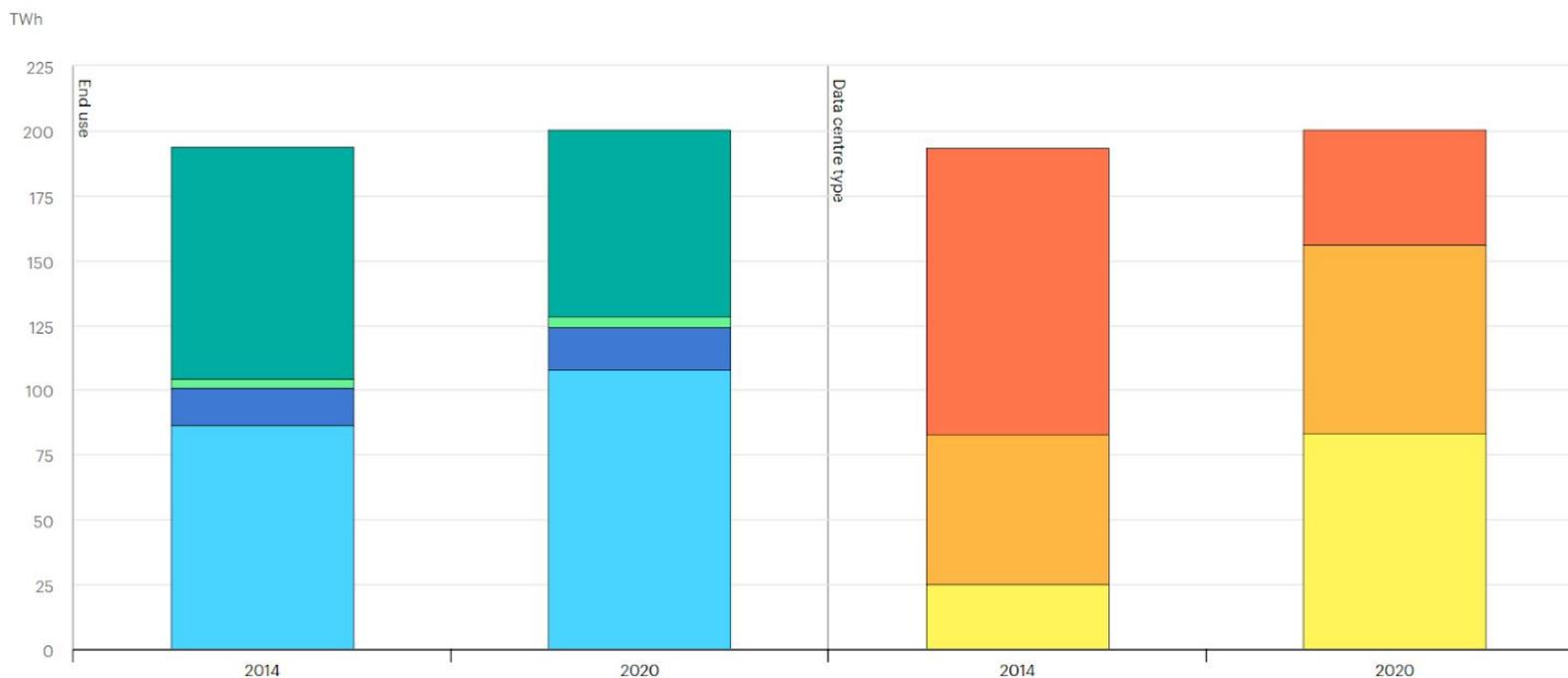
Complète transformation du parc. Data centers géants (**GAFAM, OVH**) remplacent les petits data centers très énergivores.

Source: [Revue Science: Recalibrating global data center energy-use estimates](#)

Datacenter: les petits disparaissent

Les grands Datacenters disposent d'infrastructures bien plus efficaces que les petits

Global data centre energy demand by end use and data centre type, 2014-2020



● Servers ● Storage ● Network ● Infrastructure ● Hyperscale data centres ● Cloud data centres ● Traditional data centres

Source: [IEA: Digitalization and Energy – Analysis](#)

Le GAFAM nous en met plein la vue!

GOOGLE CLOUD ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Réduisez votre impact environnemental avec Google Cloud

Rapport environnemental

100 % d'énergie renouvelable

L'intégralité de l'énergie nécessaire aux opérations Google dans le monde est compensée par des projets d'énergie renouvelable, ce qui englobe nos centres de données et Google Cloud. Et nous entendons bien maintenir le cap de la neutralité carbone pour les années à venir. Ainsi, lorsque vous choisissez Google Cloud Platform pour stocker vos données, développer vos applications et exécuter vos tâches de calcul, votre empreinte numérique est compensée par des sources d'énergie propre, et vous réduisez donc votre impact environnemental.

Objectif atteint : une facture énergétique totalement compensée par les énergies renouvelables



100%  



Compute emissions

Émissions réduites

Avantages pour les clients

Il y a plusieurs facteurs à prendre en compte dans le choix d'une plate-forme : le prix, le niveau de sécurité, l'ouverture et, bien entendu, le panel de produits. Sans oublier un dernier critère fondamental : l'aspect environnemental. Google Cloud durable n'est pas seulement bon pour l'environnement, mais aussi pour votre entreprise.

Réduire à zéro les émissions associées aux ressources de calcul

En passant d'un centre de données géré en autonomie, ou d'un site en colocation, à une solution GCP, vous pourrez atteindre l'objectif "zéro émission nette" pour les ressources de calcul et de stockage de données de votre entreprise.

Exécuter une VM durable

Associer productivité et développement durable

Les entreprises qui sont passées aux produits G Suite, tels que Gmail, Agenda, Docs, Drive et Meet, ont constaté des réductions allant de 65 à 85 % de la consommation énergétique et des émissions de carbone liées à l'informatique.

Sources:

[L'approche verte | Google Cloud](#)
[Google Investing Billions In Wind And Solar Energy – Intelligent Living](#)



Vers une sobriété numérique

A titre individuel

A titre individuel, des recommandations simples

Source [Greenpeace: la pollution numérique, qu'est-ce que c'est ?](#)

1. Allonger la durée de vie des équipements informatiques
2. Attention aux vidéos en ligne !

Et en bonus:

Refusez les “objets connectés”.

Éteignez votre box internet la nuit et durant vos absences.

Faites régulièrement le ménage dans vos emails,

Ne stockez que le strict nécessaire sur le *cloud*,

Lutter contre les écrans vidéos publicitaires qui envahissent nos villes

Note: Réduire la qualité de l'image
--> baisse du flux de data
--> économie d'énergie

Quatre principales mesures de réduction de l'empreinte environnementale du numérique

- **réduire le nombre d'objets connectés** en favorisant leur mutualisation et leur substitution et en ouvrant leurs APIs (*interface de programmation*) ;
- **réduire le nombre d'écrans plats** en les remplaçant par d'autres dispositifs d'affichage : lunettes de réalité augmentée / virtuelle, vidéo projecteurs LED, etc. ;
- **augmenter la durée de vie des équipements** en allongeant la durée de garantie légale, en favorisant le réemploi, et en luttant contre certaines formules d'abonnement ;
- **réduire les besoins des services numériques** via leur écoconception.

Source: [Green-IT: quelle est l'empreinte environnementale du numérique mondial](#)

Réduire sa consommation énergétique liée à internet

- remplacer les ordinateurs par des tablettes ou smartphones dès que possible et notamment en usage loisir ;
- se renseigner sur la consommation électrique des appareils électroniques au moment de leur achat (labels);
- limiter le nombre d'onglets ouverts dans le navigateur (un onglet ouvert consomme de l'électricité même s'il n'est pas consulté) ;
- prendre le temps de bien formuler ses recherches afin de limiter le nombre de requêtes ;
- **limiter le streaming de vidéos**
- ajouter les sites les plus consultés aux favoris afin de ne pas avoir à recourir aux moteurs de recherche ;
- supprimer les emails inutiles et se désabonner des newsletters indésirables

A titre collectif, au travail!

The Shift Project: une initiative française (cocorico!)

[« Pour une sobriété numérique » : le nouveau rapport du Shift publié](#)

- **Un numérique de plus en plus vorace en énergie**
- **Lourd bilan carbone pour la transition numérique:** *La part du numérique dans les émissions de gaz à effet de serre a augmenté de moitié depuis 2013, passant de 2,5 % à 3,7 % du total des émissions mondiales.*
- **Contribution nette du numérique à la réduction de l'impact environnemental:** reste à démontrer
- **La surconsommation actuelle n'est pas généralisée :** elle est **le fait des pays développés**, pour lesquels l'enjeu clé consiste à reprendre le contrôle de leurs usages
- **Retrouver une capacité à interroger l'utilité sociale et économique de nos comportements**
- **S'interroger sur les multiples facettes – sociales, sanitaires, etc. – de la surconsommation numérique**
- **Les organisations publiques peuvent jouer un rôle majeur**, en pilotant environnementalement leur transition numérique... à condition qu'elles disposent de références et d'outils adéquats.

The Shift Project: The Carbon Transition Think Tank

Le Référentiel Environnemental du Numérique (REN) proposé par le *Shift* donne, de manière accessible, des ordres de grandeur vérifiés sur l'énergie et les matières premières mobilisées.

En version 2019: [REN Prod Phase](#) , c'est complexe à décrypter...



le REN: exemple 1

Leviers Entreprises			
Levier N°	1	2	3
Enoncé du Levier	Allonger la durée de vie des ordinateurs portables professionnels de 3 à 5 ans.	Allonger la durée de vie des smartphones professionnels de 2,5 ans à 3,5 ans.	Augmenter la part de smartphones "pro-perso" de 20 % à 70 % dans le parc professionnel.
Impact sur les émissions GES annuelles du parc de terminaux (%)	-37%	-26%	-37%

*(Rapport Lean ICT (2018)
Tableaux 10, 11 p. 39, 40)*

- **Exploitation directe des données du REN**
- **Durée de vie : empreinte d'un employé (1 ordinateur, 1 smartphone) ~ -30%**

La sobriété numérique dans l'entreprise



Leviers Entreprises		
Levier N°	4	
Enoncé du Levier	Favoriser l'échange de documents via une plateforme partagée.	
Scénario	2 (objectif)	3 (idéal)
Impact sur les émissions GES pour un stockage annuel (%)	-40%	-81%

(Rapport Lean ICT (2018)
Tableaux 12 p. 41)

- Cas d'étude : **5 personnes travaillent sur un document de 1MB (4 versions)**
- 2 modes de partage des documents : par **pièce jointe** ou sur **plateforme synchronisée**
- **3 scénarios** d'échanges :
 - 1. 100% par mail**
 - 2. Equilibré 50-50%**
 - 3. 100% par plateforme**

La sobriété numérique dans l'entreprise



Leviers Entreprises	
Levier N°	5
Enoncé du Levier	Mettre au point des métriques environnementales.
Exemple de métrique : impact d'un écran d'affichage en fonction de sa taille (kgCO ₂ e/an/inch)	2

*(Rapport Lean ICT (2018)
Tableaux 13 p. 42)*

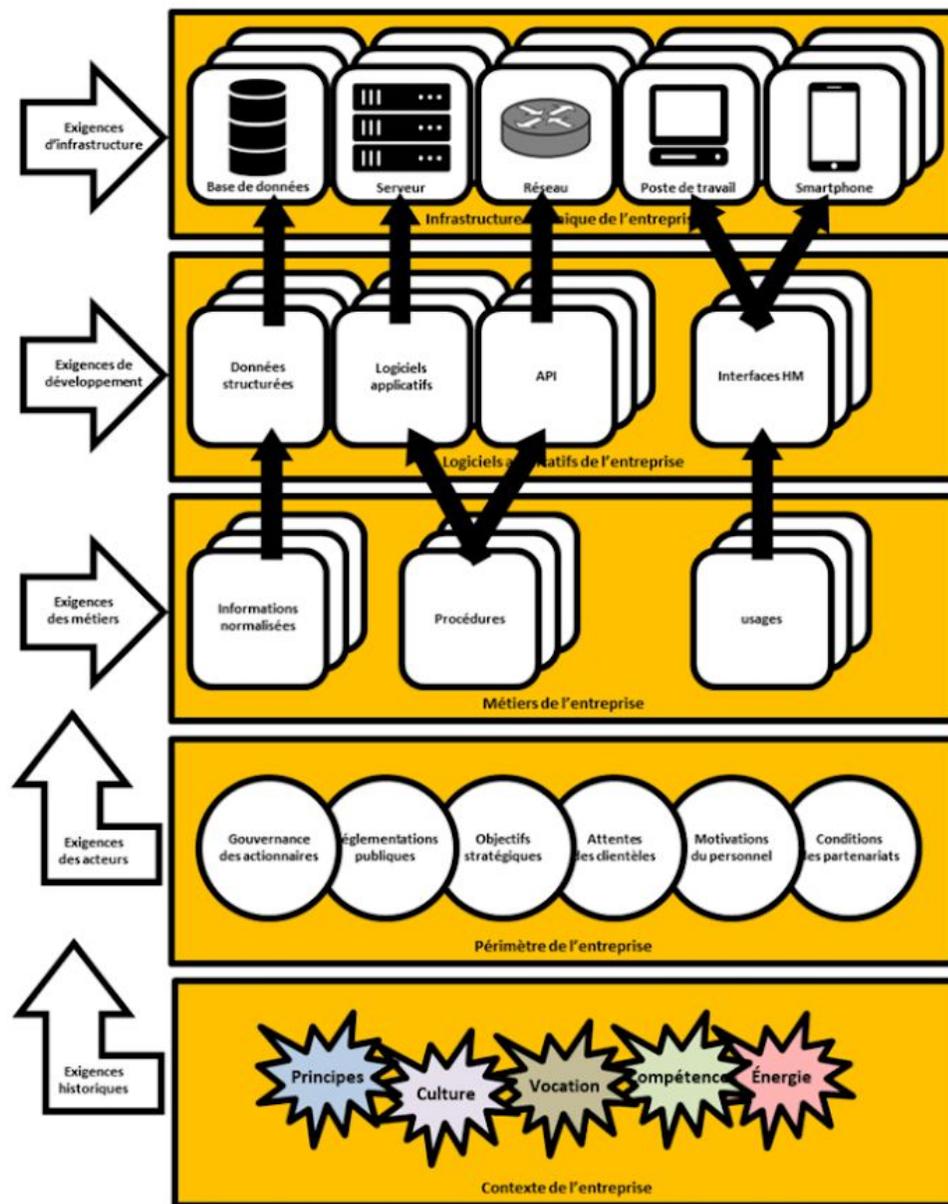
- Objectifs : **langage commun, outils communs aux sphères spécialisées et stratégiques.**
- **Exemple de métrique simple** (ratio issu du REN) rendant possible l'arbitrage :
« Quelle taille, quel nombre d'écrans pour répondre aux besoins fonctionnels essentiels ? »
- **Intégrer l'impact environnemental dans le processus de décision**

Cas concret: le Système d'Information

Source: [Point d'étape « Lean ICT - Déployer la sobriété numérique » - Hugues Ferreboeuf & Maxime Efoui-Hess](#)

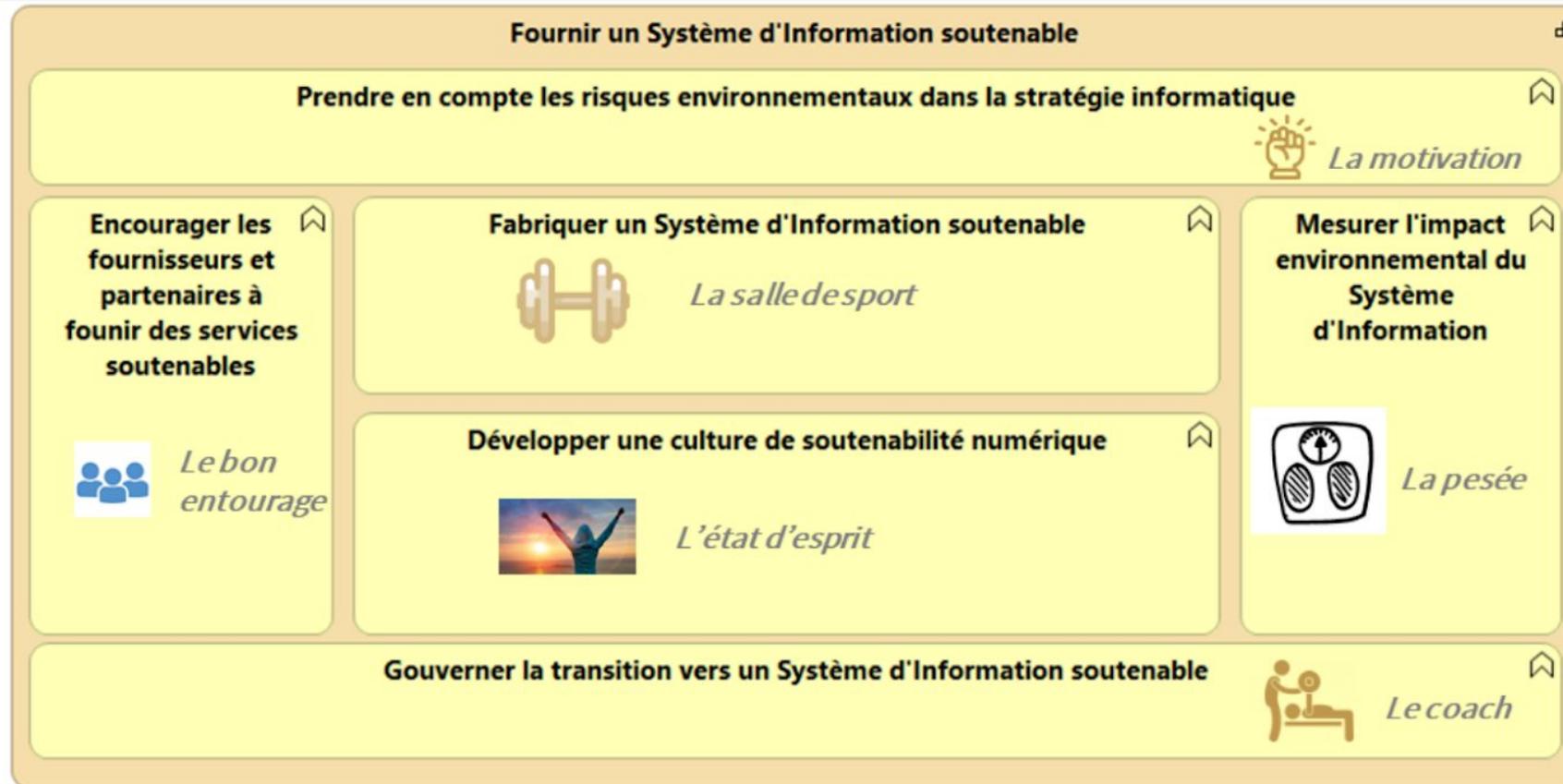
[Support de présentation](#)

Approche systémique



La consommation d'énergie des machines numériques est le résultat de décisions prises à différents niveaux en fonction de l'expression de besoins et d'exigences, impliquant des acteurs multiples au sein du système qu'est l'entreprise.

Il faut donc agir sur le système et pas seulement sur un ou plusieurs acteurs.



Legend - The Open Group Archimate® standard

Business
Function



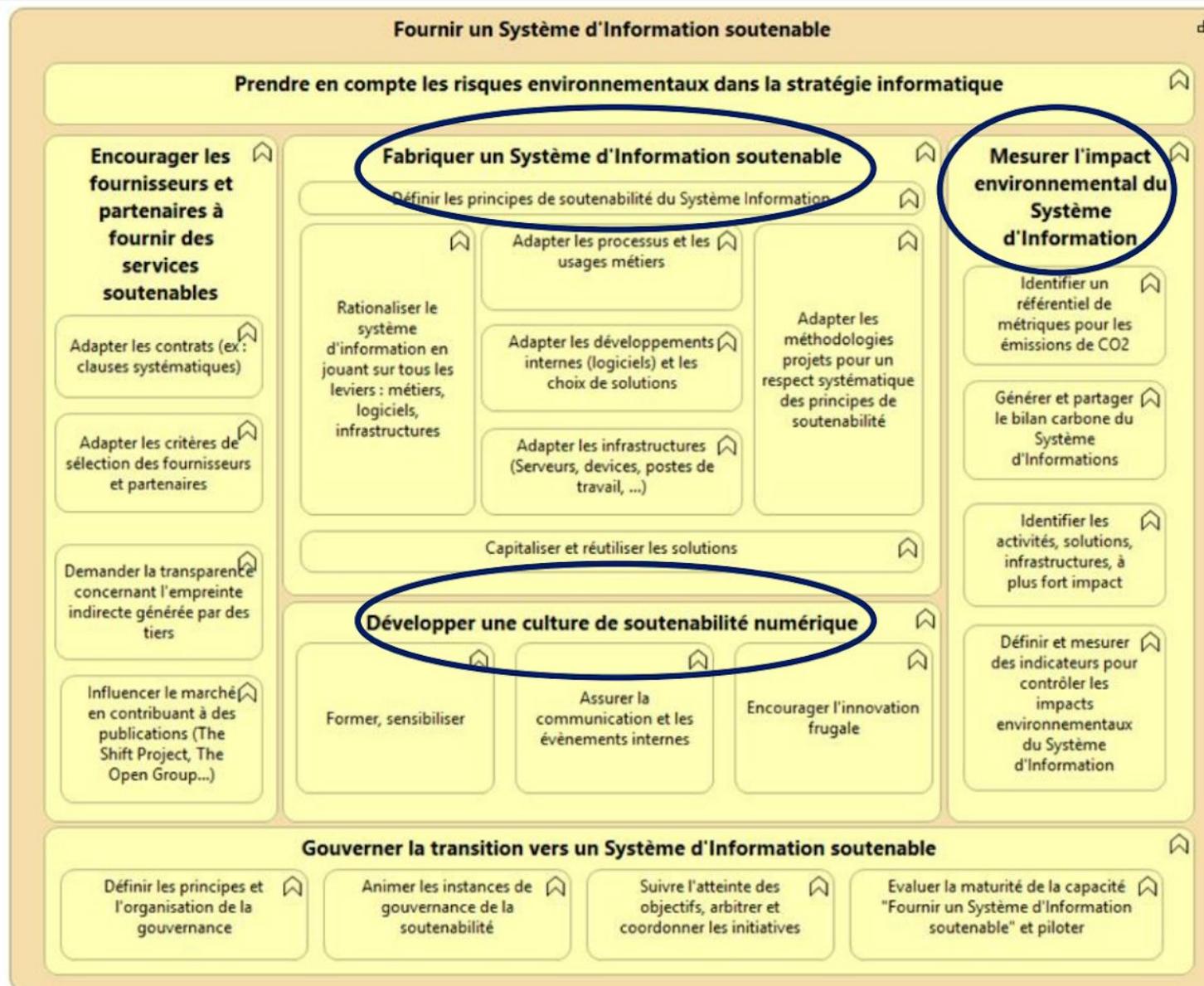
Une fonction métier est un ensemble de comportements métiers basés sur un ensemble choisi de critères (généralement les ressources et/ou les compétences requises), étroitement alignés sur une organisation, mais pas nécessairement explicitement régis par l'organisation.

Capability



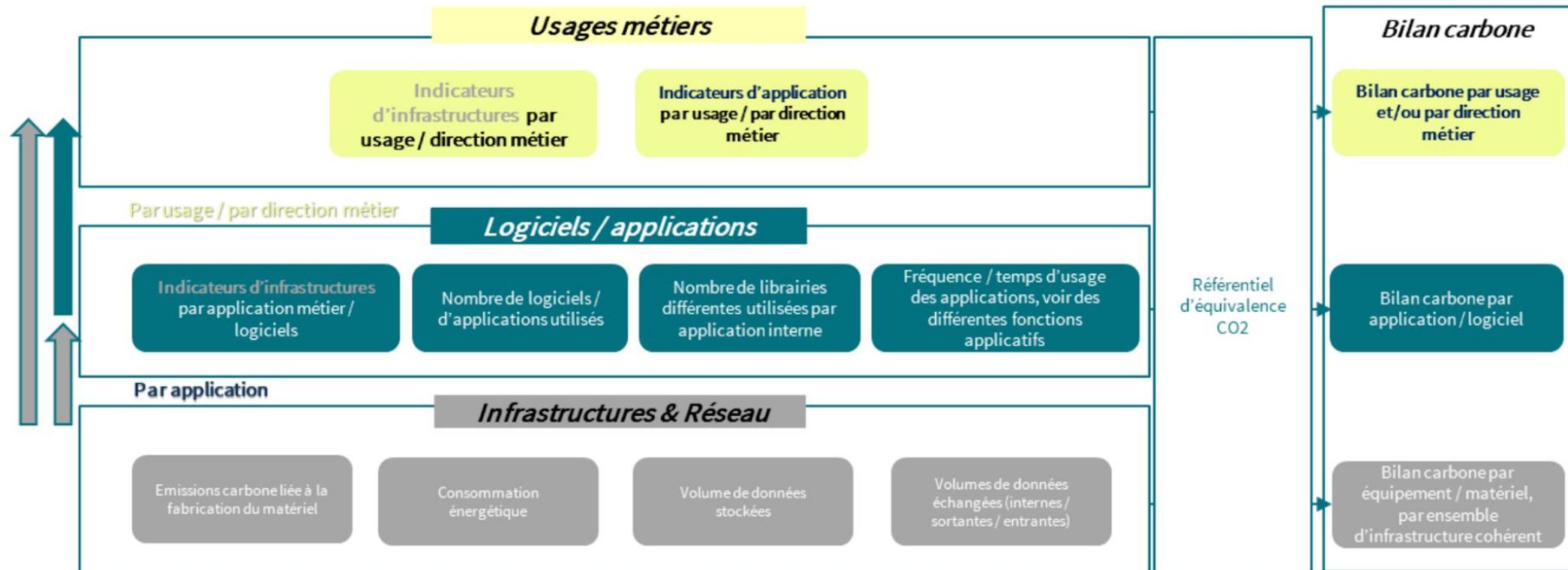
Une capacité représente un potentiel qu'un élément de structure actif, comme une organisation, une personne ou un système, possède. Nous décrivons ici la capacité de l'organisation à fabriquer un système d'information soutenable.

Cadre méthodologique



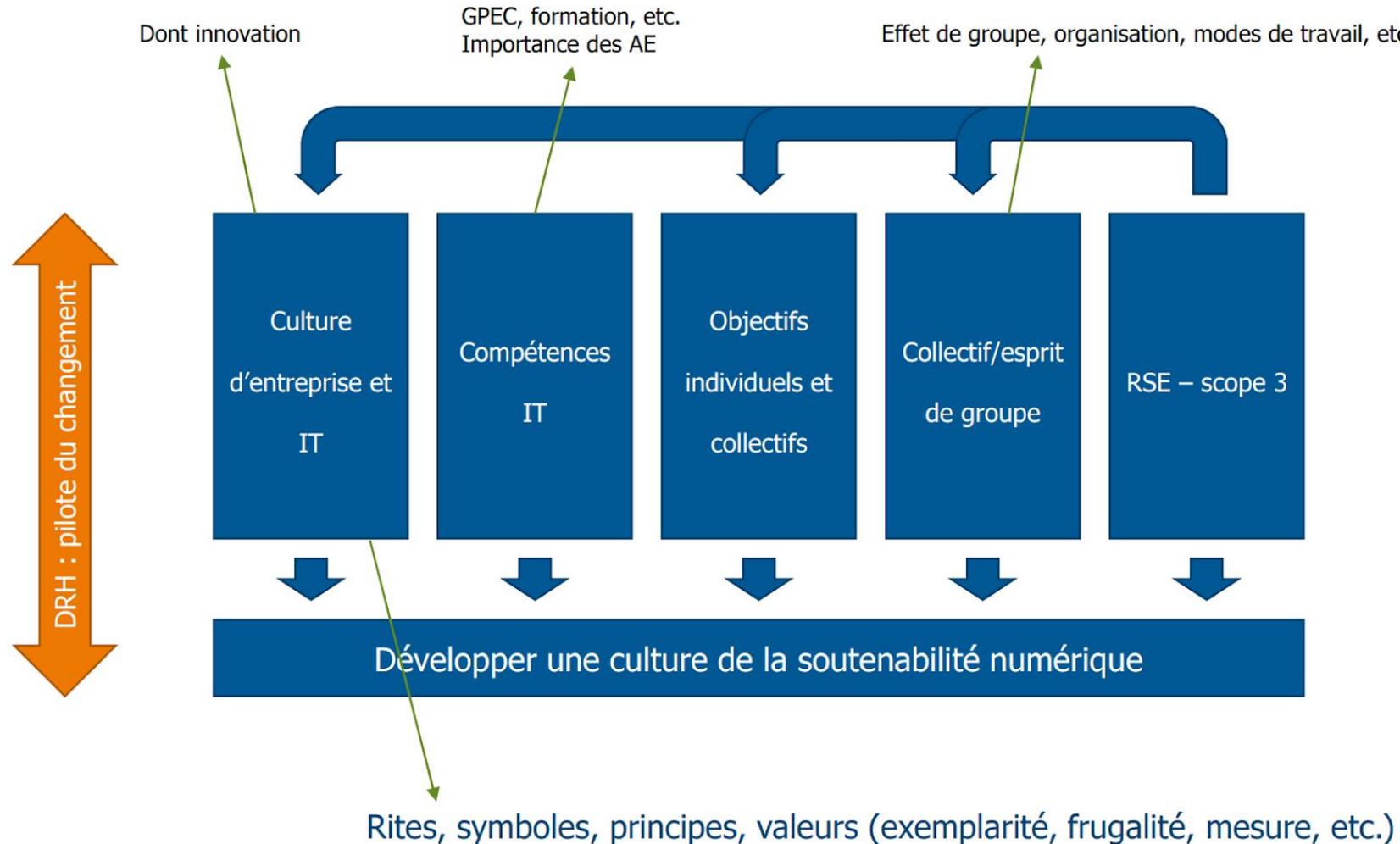
Mesurer l'impact environnemental du Système d'Information à différents niveaux

Une mesure à décliner sur les différents domaine d'architecture pour permettre aux différents « acteurs concernés par la transformation » de prendre les décisions à leur niveau



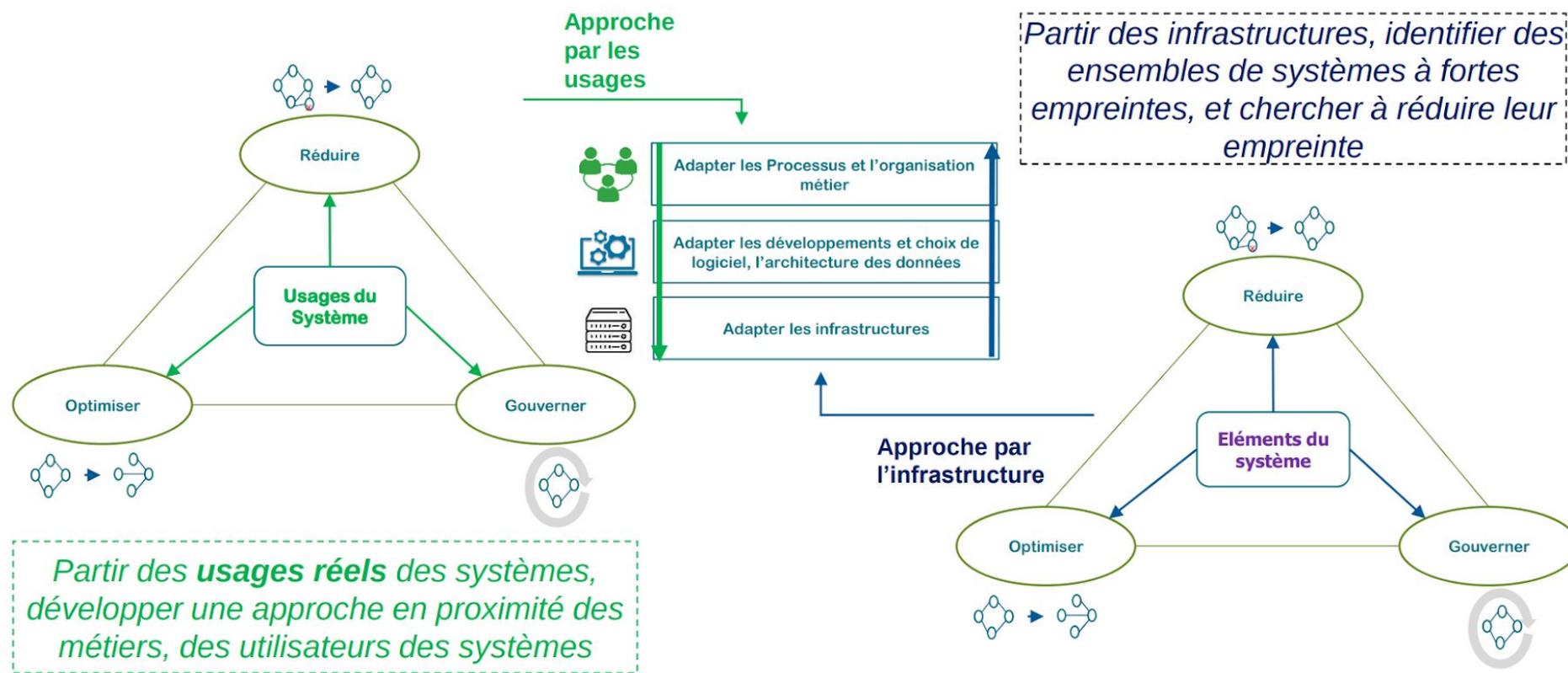
Développer une culture de la soutenabilité numérique

Leviers RH de la transformation vers un SI soutenable



Fabriquer un système d'information soutenable

Identifier les leviers de réduction et d'optimisation



Décliner des approches de transformation reconnues et adaptées



L'architecture d'entreprise

Les méthodes agiles

Les métriques: mesurer pour comprendre

- Taux de renouvellement du parc utilisateur et des serveurs
- Pourcentage d'utilisation du parc de serveurs
- Cartouches d'impression consommées par an;
- Papier consommé par utilisateur et par an (peut-être ventilé par équipe);
- **PUE** - valeur d'équation d'utilisation de l'énergie pour le centre de données;
- Pourcentage de postes de travail éteints automatiquement pendant la nuit;
- Température à laquelle le centre de données est refroidi
- ...

CNRS: Audit et accompagnement

Audit de Datacenter par EcoInfo

[Audit de salles informatiques \(datacentre\) – EcoInfo](#)

ECODIAG calcul du bilan carbone => Inventaire

[EcoDiag](#)

Formation ANF: [Formation 2021 : Impact environnemental du numérique : comprendre et agir](#)

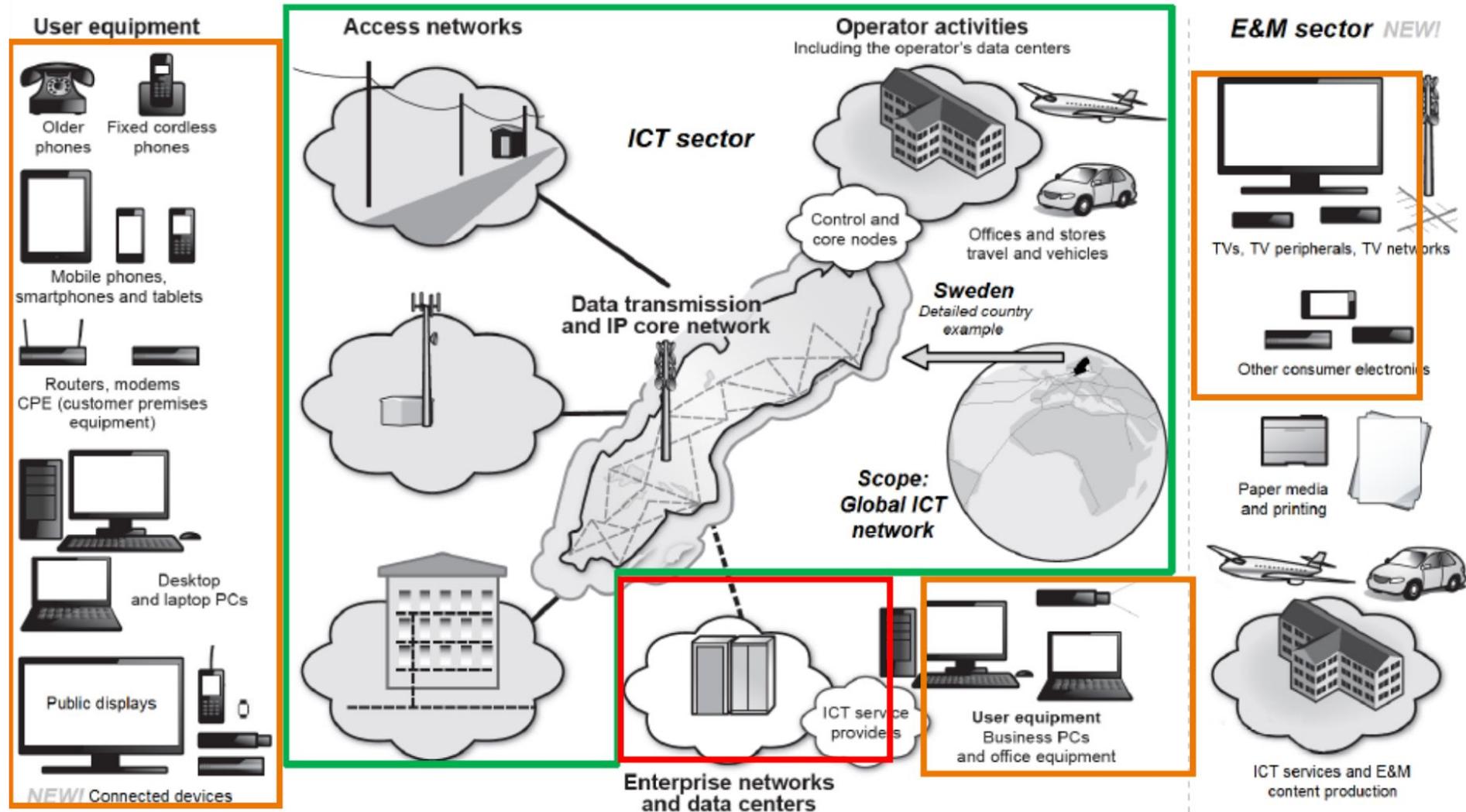


Scénarios prospectifs

Source: [Point d'étape « Lean ICT - Déployer la sobriété numérique » - Hugues Ferreboeuf & Maxime Efoui-Hess](#)

[Support de présentation](#)

Le périmètre



Les machines numériques qui consomment de l'énergie

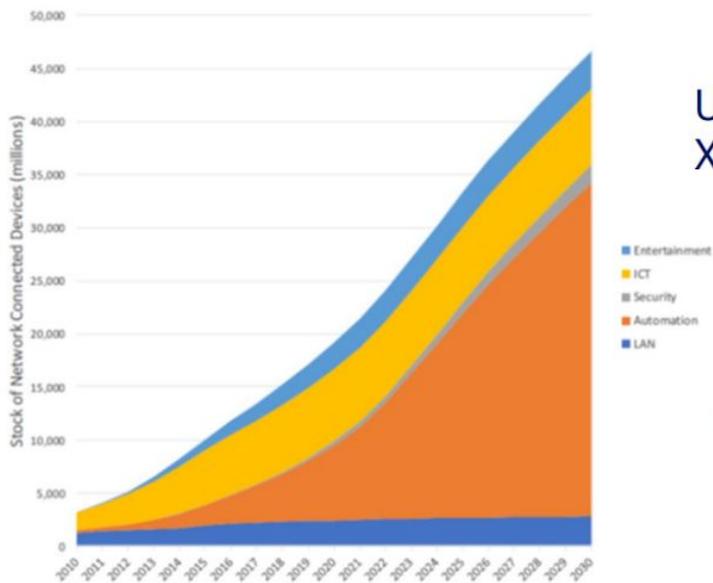
Les volumes d'activités numériques augmentent plus rapidement que l'efficacité énergétique

- Le trafic augmente de 25% à 50% par an , l'efficacité énergétique (kWh/Go) de 5% à 20% par an
- Le temps d'écran a augmenté de 45% en 8 ans
- Le passage d'un standard de qualité de vidéo au suivant multiplie par 3 le volume de données
- La consommation numérique se déporte du « one to many » en un lieu fixe au « one to one » en mobilité
- La hausse de la production (*) d'équipements numériques obère les gains venant de la réduction de la consommation électrique unitaire

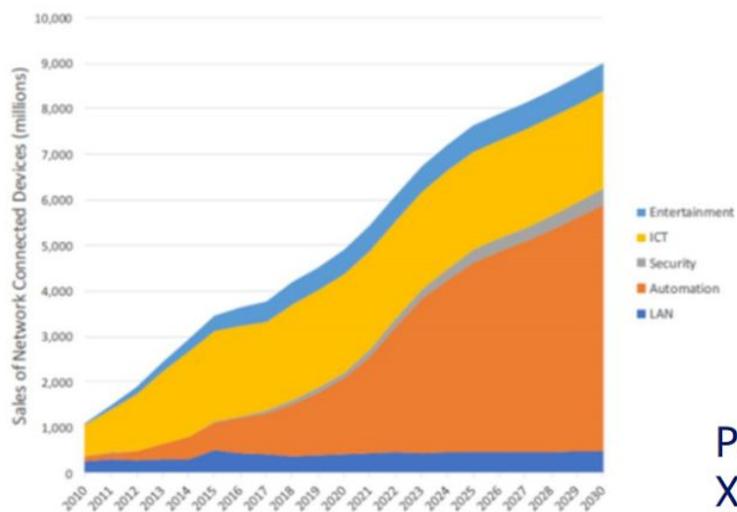
Quel est l'impact prévisible de l'IoT, la 5G, l'edge cloud et l'IA ?

L'IoT (Internet of Thing - Objets connectés)

IoT



Utilisation
X 10



Production
X 9



Automation

Appliances

- Refrigerator
- Freezer
- Washing Machine
- Clothes Dryer
- Dishwasher
- Small Appliance

Cooking

- Oven + Cooktop
- Range Hood

IoT

- Gateway - LE to WiFi
- Blinds + Windows
- Sensors: Res - LE
- Sensors: Res - WiFi
- Sensors: Industry - LE
- Gateway: Bus
- Comm Building Control
- Sensors: Health - LE
- Smart Meters

Lighting

- Smart Lights - Wifi
- Smart Lights - LE

Space Conditioning

- Smart Thermostat
- Air Conditioners

Street Lights

- Street Lights

Audio Automation

- VA Speaker

Water Heating

- Water Heaters

Security

Control

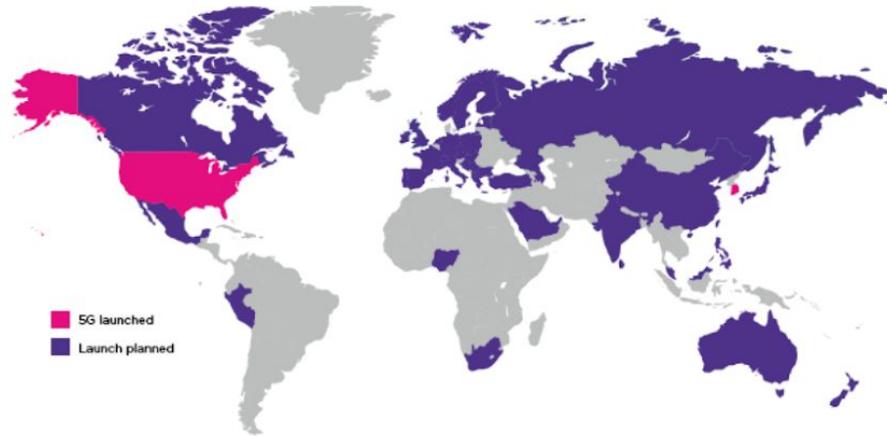
- Smart Lock

Video

- IP Camera - Home
- IP Camera - Public + Business

75% pour
des usages
de confort
domestique

GSMA Intelligence forecasts there will be more than 50 5G networks worldwide by 2021



■ 5G launched
■ Launch planned

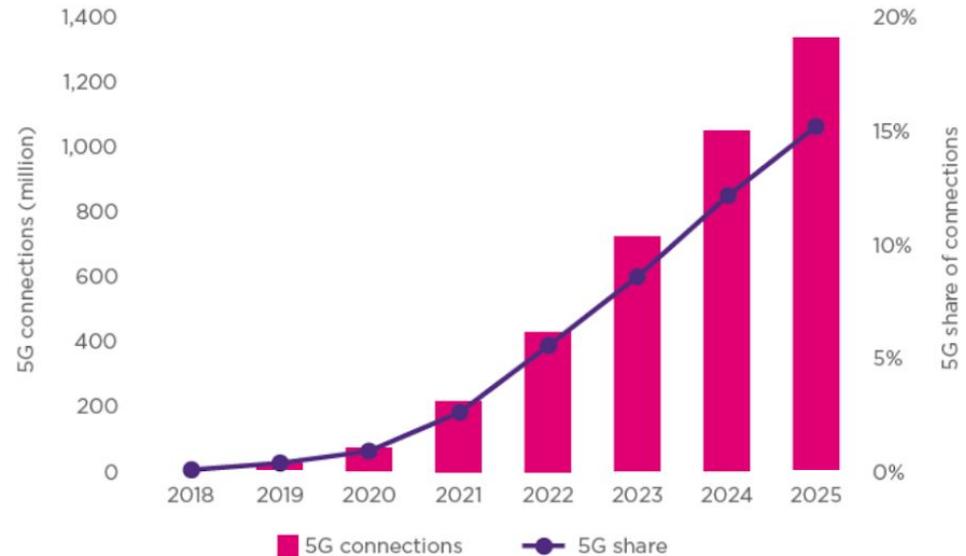
79 Operators have announced plans to launch 5G mobile services*

50+ Countries launching 5G mobile services by the end of 2020

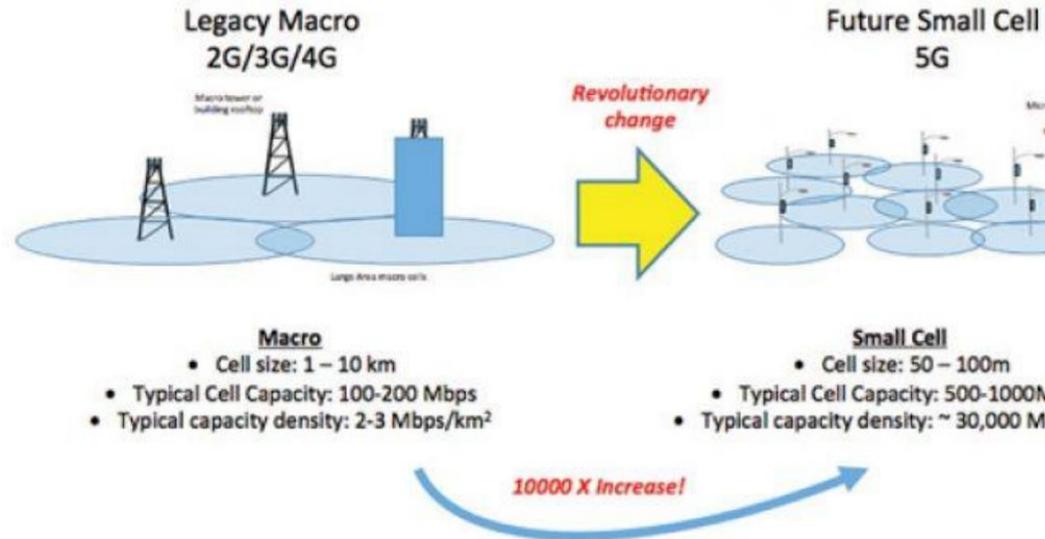
67% de croissance annuelle



Total 5G connections will rise rapidly over the next seven years



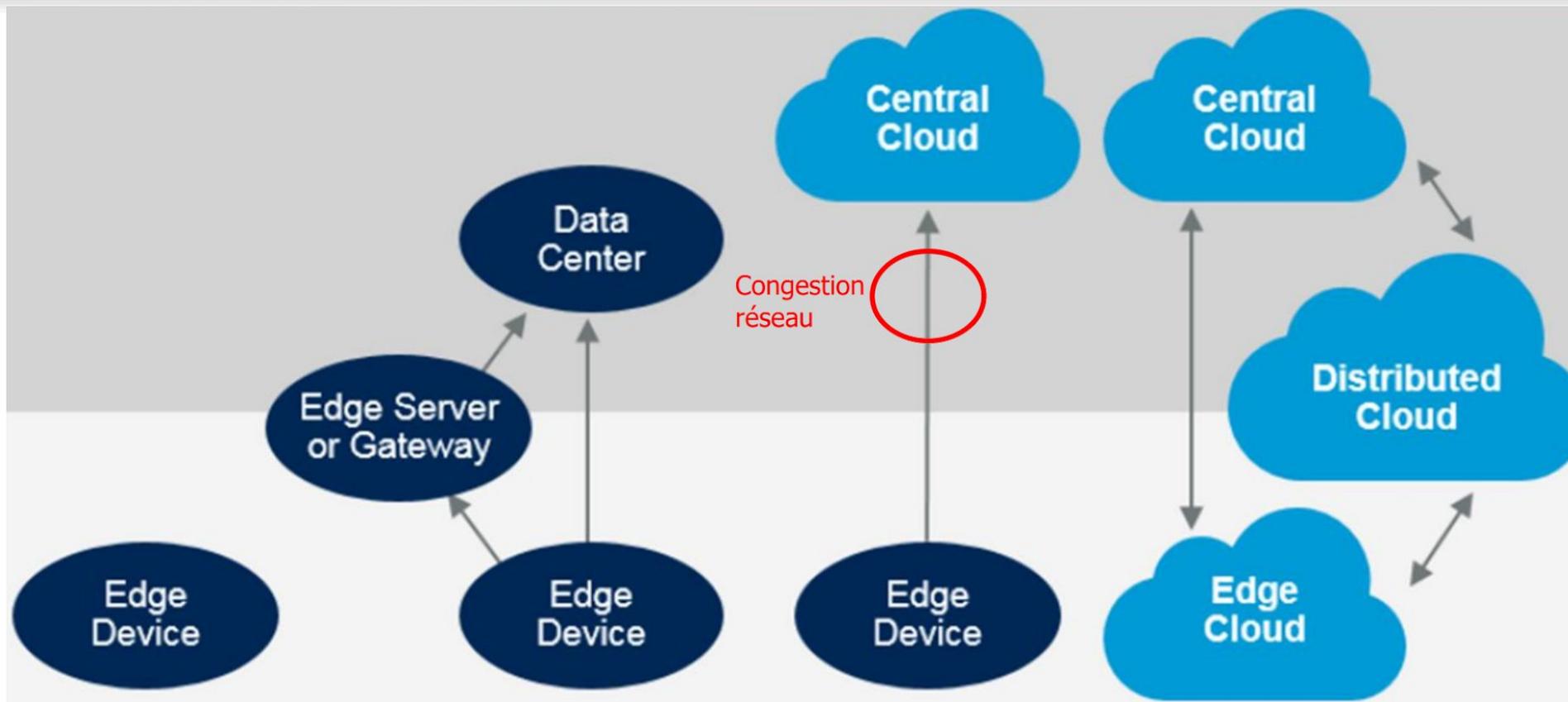
Plus de sites radio pour la même couverture



Une augmentation de la puissance électrique

Now	In 3 years	In 5 years
Peak Power: ~8kW Typical Power: ~6kW	Peak Power: ~14kW Typical Power: ~11kW	Peak Power: ~19kW Typical Power: ~14kW
	MEC	MEC
	3.5 GHz (64T64R)	mmWAVE
	2.6 GHz (4T4R)	3.5 GHz (64T64R)
	2.1 GHz (4T4R)	2.6 GHz (64T64R)
2.1 GHz (2T2R)	1.8 GHz (4T4R)	2.6 GHz (8T8R)
1.8 GHz (2T2R)	900 MHz (2T2R)	2.1 GHz (8T8R)
900 MHz (2T2R)	800 MHz (2T2R)	1.8 GHz (8T8R)
800 MHz (2T2R)	700 MHz (2T2R)	900 MHz (2T2R)
700 MHz (2T2R)		800 MHz (2T2R)
		700 MHz (2T2R)

ARTE: [La 5G augmentera l'empreinte écologique du numérique - Regarder le documentaire complet](#)



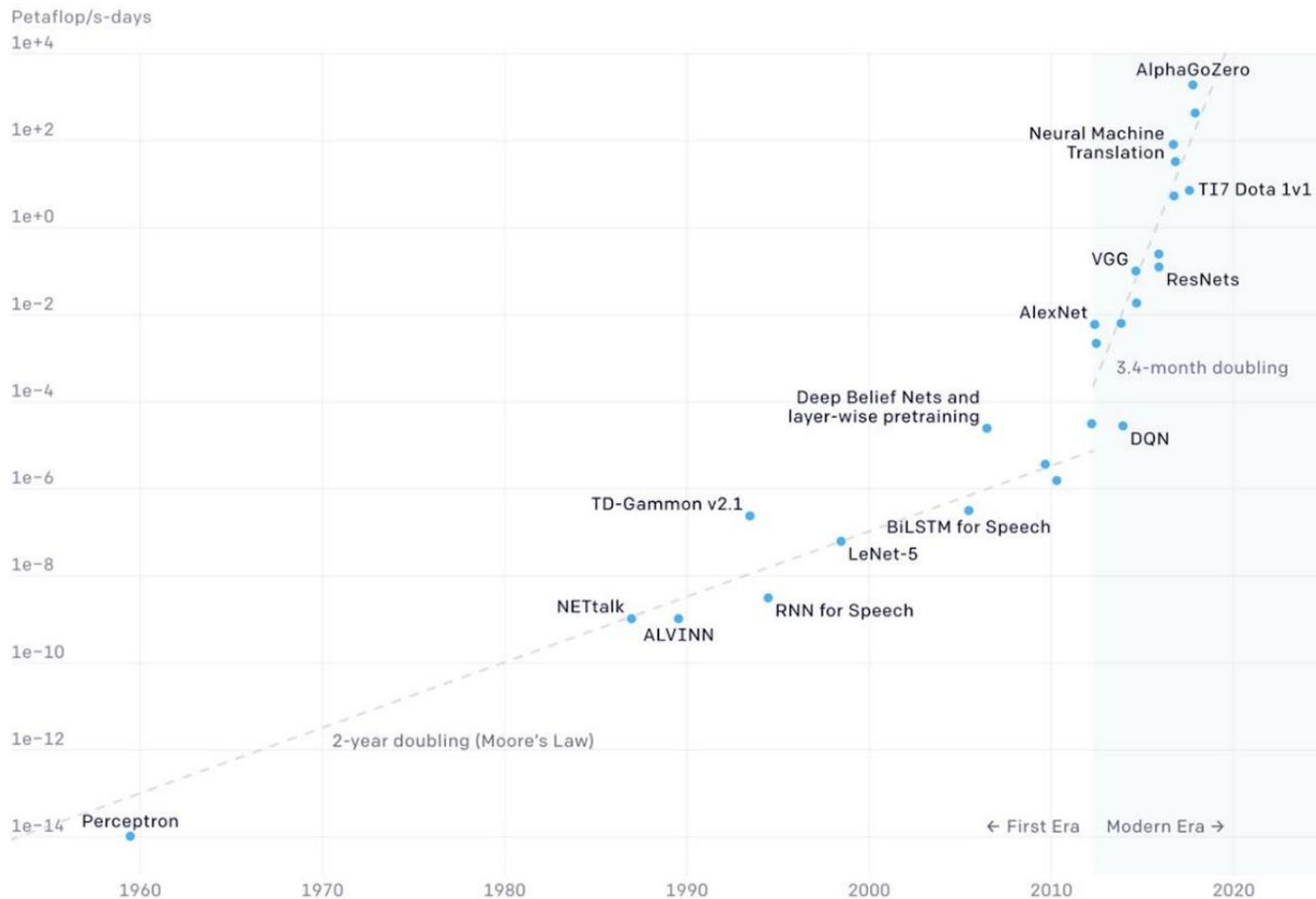
Plus de data centers : accélération de la croissance du parc de serveurs ?

Déformation de l'ensemble de l'écosystème de DC: impact sur le PUE ?

Impact sur l'efficacité énergétique des réseaux ?

Le besoin en puissance de calcul pour entraîner les modèles d'apprentissage augmente 7 fois plus vite que la puissance de calcul unitaire

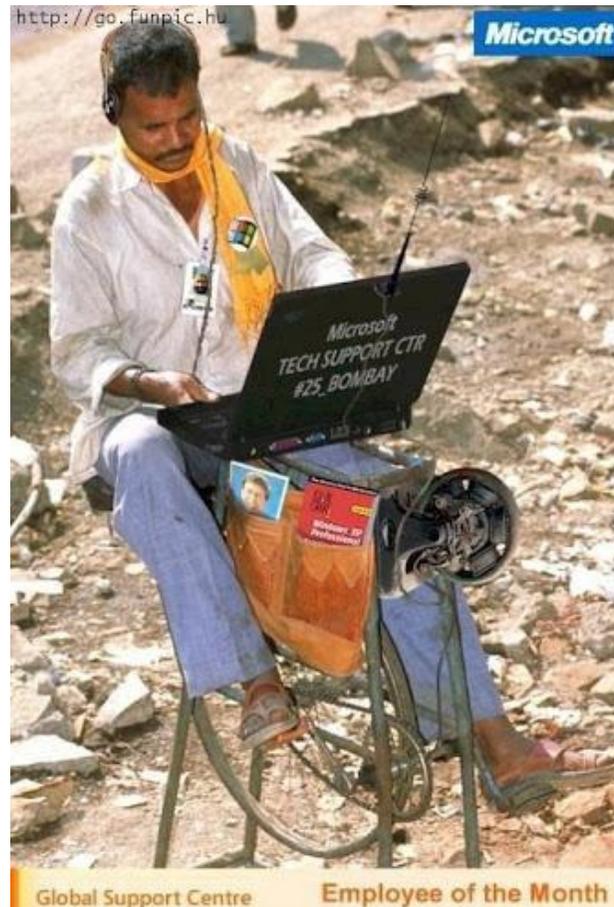
Two Distinct Eras of Compute Usage in Training AI Systems



NB: La phase d'utilisation de l'IA est moins gourmande mais est plus décentralisée et augmente la demande en processeurs

Breaking news: [China pledges to become carbon neutral before 2060](#)

Discussion



1. Adopter la sobriété Numérique comme principe d'action

Limitier au maximum le renouvellement des terminaux, éviter la multiplication des copies numériques et segmenter les usages vidéo.

2. Informer et faire prendre conscience

Dans les entreprises et organisations publiques (via les DSI et les DDD), au sein du grand public (étiquetage) et dans le monde de la Recherche.

3. Mobiliser le levier de la commande publique

Intégrer l'impact environnemental comme critère de décision dans les achats d'équipements et de services numériques.

4. Permettre aux entreprises et aux organisations de piloter environnementalement leur Transition Numérique

En tirant parti de l'exemple du REN, appuyer la mise en place d'une base de données publique pour permettre aux acteurs d'analyser leurs impacts environnementaux. **Produire des outils leur permettant de prendre en compte l'impact environnemental de la composante numérique des choix qu'elles envisagent, à différents niveaux de pilotage.**

Ratios CO2/€ par nature d'assets et de prestations, projet->data/trafic/VM->CO2 etc

5. Procéder à un bilan carbone des projets numériques pour faciliter leur priorisation

Privilégier les projets numériques ayant pour finalité le développement économique local, social (santé, éducation) ou culturel, et intégrer dans leur évaluation les impacts environnementaux.

6. Améliorer la prise en compte des aspects systémiques du Numérique

Pousser à la prise en compte, grâce à des approches interdisciplinaires, de l'impact environnemental direct et indirect du Numérique, et de ses effets rebond au sein des initiatives de transition énergétique, notamment dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'habitat et de l'agriculture-alimentation ; développer une expertise autour de cette approche pour accélérer sa mise en œuvre.

7. Œuvrer à l'échelle européenne et auprès d'organisations internationales

Viser, compte tenu de l'envergure mondiale et de la puissance économique des acteurs principaux du Numérique, une mise en place de ces mesures à l'échelon européen. Les promouvoir auprès d'organisations et d'institutions pouvant jouer un rôle de prescription dans d'autres régions du monde.

Backup slides

Quatre principales mesures de réduction de l'empreinte environnementale du numérique

TODO continue

The Shift Project dirigé par **Jean-Marc Jancovici** dans [son rapport « pour une sobriété numérique »](#) :

- augmentation forte de (9%/an) de la consommation énergétique liée au numérique

https://www.youtube.com/watch?v=TdQphMo5g_A&feature=youtu.be

https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2020/01/2020-01-16_Pr%c3%a9sentation-PPT-Extrait-pr%c3%a9sentation-HF-ME.pdf

<https://www.etonnante-epoque.fr/empreinte-carbone-du-numerique/>

Mise à jour du 02/03/2020 : la consommation énergétique des data centers n'a pas explosé entre 2010 et 2018

C'est une bonne surprise que révèle [une étude publiée par la revue Science](#). La consommation énergétique des data centers n'aurait progressé que de 6% au cours entre 2010 et 2018 et ce malgré une multiplication par 5 de la quantité de calcul dans les data centers lors de cette période. [Comment expliquer cette complète décorrélation?](#) **Le parc de data centers** s'est complètement transformé pendant cette période. Les data centers géants développés par **les GAFAM** ou encore par **les acteurs du cloud comme OVH** ont largement remplacé les petits data centers très énergivores.

Mais les auteurs de l'étude affirment ne pas être en mesure de prévoir si ce découplage entre quantité de données et consommation énergétique des data centers va se poursuivre. Si la consommation de données continuera sans aucun doute à se développer notamment avec l'arrivée de la 5G, **l'amélioration de l'efficacité énergétique des data centers** pourrait arriver à une asymptote. Mais la recherche et développement est importante en la matière. Des ruptures technologiques ne sont pas à exclure. Pour limiter l'empreinte carbone du numérique, nous n'échapperons pas à une réflexion sur la sobriété numérique.

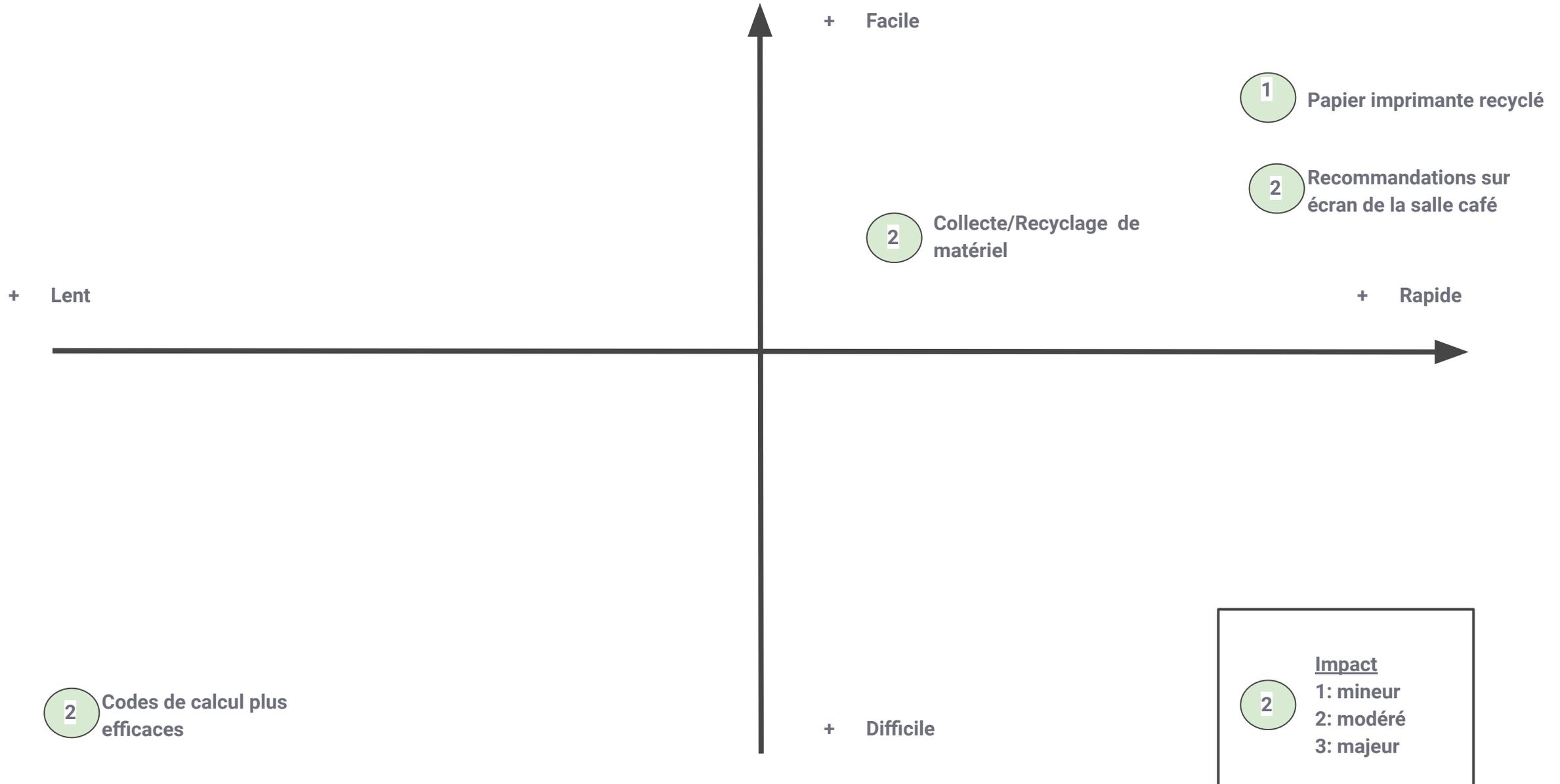
<https://theshiftproject.org/article/pour-une-sobriete-numerique-rapport-shift/>

Au LPC?

Les utilisateurs: quelques caricatures

- Ceux qui ne croient toujours pas à la science malgré le consensus général.
- Les passionnés si désireux de sauver le monde qu'ils se lanceront dans la première action Green IT sans même déterminer si elle est réellement verte ou efficace.
- Les pinailleurs, qui vont sans cesse discuter sur l'efficacité potentielle de telle ou telle action 'verte'
- Ceux qui pensent qu'il reste peu à faire, que toutes les actions écoresponsables ont déjà été faites.

Lister les actions possibles sur des post-it



Etape 1: les métriques

- Taux de renouvellement du parc utilisateur et des serveurs
- Pourcentage d'utilisation du parc de serveurs
- Cartouches d'impression consommées par an;
- Papier consommé par utilisateur et par an (peut-être ventilé par équipe);
- PUE - valeur d'équation d'utilisation de l'énergie pour le centre de données;
- Pourcentage de postes de travail éteints automatiquement pendant la nuit;
- Température à laquelle le centre de données est refroidi

Audit et auto-évaluation

Audit de Datacenter par EcoInfo

<https://ecoinfo.cnrs.fr/2019/02/12/audit-de-salles-informatiques-datacentre/>

ECODIAG calcul du bilan carbone => Inventaire

<https://ecodiag.gate.cnrs.fr/>

Bonnes pratiques

A lire absolument:

<https://www.etonnante-epoque.fr/empreinte-carbone-du-numerique/>

<https://ecoinfo.cnrs.fr/wp-content/uploads/2019/09/Informatique-et-d%C3%A9veloppement-soutenable-IRIF.pdf>

<https://ecoinfo.cnrs.fr/wp-content/uploads/2019/09/Informatique-et-d%C3%A9veloppement-soutenable-LIMSI.pdf>

<https://blog.octo.com/comment-reconcilier-lit-et-lecologie/>

Exemple e-mail

<https://www.greenit.fr/2018/09/11/reduire-limpact-de-e-mails/>

Bonnes résolutions:

<https://www.greenit.fr/2018/01/09/green-it-10-bonnes-resolutions-2018/>

<https://www.quechoisir.org/conseils-smartphone-tablette-ordinateur-nos-conseils-pour-reduire-l-impact-environnemental-n54081/>

Comment éteindre sa machine le soir?

https://www.pcastuces.com/pratique/windows/eteindre_nuit/page2.htm

Streaming

NETFLIX

<https://youtu.be/ORAzI5W0xGc>

ADEME:

Streaming ++:

<https://youtu.be/DuOYFEI4GW0>

Bien utiliser l'ordinateur ++

<https://youtu.be/IBM-L44semc>

Le Cloud +

<https://youtu.be/4gD4SBmhzyk>

Le GAFAM et la world company

Greenpeace

[Impact environnemental du numérique : il est temps de renouveler Internet](#)

Rapport sur les GAFAs:

[CLICKING CLEAN: WHO IS WINNING THE RACE TO BUILD A GREEN INTERNET?](#)

Datacenter Google: 100% renouvelable?

<https://sustainability.google/>

<https://sustainability.google/projects/announcement-100/>

[Google Cloud Environment | Go Green](#)

Grandes organisations

[Renewable Energy Buyers Alliance: REBA](#)

[RE100](#)

[American Council on Renewable Energy: ACORE](#)

I fix it

Large scale initiatives

What we have seen:

- EU Green Deal:

[The EU Green Deal Could Be A Big Deal For Repair](#)

Références

Florilège de liens

[Impact environnemental du numérique](#)

https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/le-billet-vert/le-billet-vert-les-solutions-pour-reduire-notre-impact-numerique-sur-la-planete_3649595.html

<https://www.iea.org/reports/tracking-buildings/data-centres-and-data-transmission-networks#abstract>