

ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE ET FOCUS SUR LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

MASTIC Welcome Day

Annabelle Collin



www.ecoinfo.cnrs.fr

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL
D'ÉTHIQUE DU NUMÉRIQUE

Présentation Rapide du CCNEN

Comité Consultatif National d'Éthique du Numérique

CCNEN :

- Instance consultative française créée pour réfléchir aux enjeux éthiques liés au numérique : technologies, usages, innovations, etc.
- Succède au CNPEN (décret n° 2024-463 du 23 mai 2024).

Rôles :

- Donner des avis et formuler des recommandations aux autorités publiques sur les questions d'éthique soulevées par les avancées des sciences, des technologies, usages et innovations numériques.
- Animer ou organiser des événements publics (débats, ateliers, etc.) pour sensibiliser aux problématiques éthiques du numérique.
- Contribuer aux réflexions internationales, échanger avec des instances similaires d'autres pays.



Exemple de sujet : Données de Santé

Principe central : Les données de santé sont des attributs personnels sensibles et doivent bénéficier d'un haut niveau de protection.

Conditions éthiques de circulation :

- Finalité d'intérêt public
- **Consentement** et information
- Anonymisation (ou pseudonymisation)
- Sécurité des données
- Transparence et gouvernance claire
- Respect de la souveraineté et de la juridiction (données hébergées selon des normes de sécurité et sous réglementation vérifiable)
- Proportionnalité (principe de minimisation : seules les données pertinentes pour l'objectif sont utilisées).
- Impact environnemental (impact du stockage, du flux de données, etc., plateformes conçues avec souci de durabilité).
- Actualisation et réévaluation (évolution des technologie & évolution des risques : cadres et pratiques régulièrement revus).

Exemple de sujet : Données de Santé & Consentement

Principe : le consentement éclairé reste une exigence éthique fondamentale (déclaration d'Helsinki et à la loi Informatique et Libertés).

Chacun.e. doit savoir :

- quelles données sont collectées,
- par qui,
- dans quel but,
- pour combien de temps,
- et avec quelles garanties de sécurité.

Ce consentement doit être :

- libre (sans contrainte),
- éclairé (comportant une information intelligible et complète),
- spécifique (lié à un usage précis),
- et révocable (on doit pouvoir le retirer à tout moment).

Exemple de sujet : Données de Santé & Consentement

... mais le consentement seul ne suffit plus dans le contexte des données massives.

Le CNPEN *constate* que dans la recherche **numérique** :

- les données peuvent être réutilisées pour d'autres projets que celui prévu au départ,
- les traitements sont souvent indirects (les chercheurs et chercheuses n'ont pas accès aux identités),
- et les modèles d'intelligence artificielle reposent sur des volumes gigantesques de données, parfois collectées sur de longues périodes.

Donc, demander un consentement explicite à chaque réutilisation devient matériellement impossible.

“Le consentement individuel, bien que fondateur, ne saurait à lui seul constituer la base éthique suffisante d'un traitement massif de données de santé. Il doit être complété par des garanties collectives.”

Exemple de sujet : Données de Santé & Consentement

Préconisation du CCNE / CNPEN d'une **éthique du cadre collectif** fondée sur :

a. Une gouvernance transparente et pluraliste

- Création de comités d'éthique des données chargés d'autoriser ou de superviser l'usage des données de santé ;
- Participation de citoyens, d'associations de patient.e.s, de chercheur.se.s et de juristes à ces comités.

b. Une information continue

- Les personnes doivent être tenues informées des usages nouveaux de leurs données, même si elles n'ont pas donné un nouveau consentement formel ;
- Le CCNE recommande de développer des plateformes d'information citoyenne sur les projets utilisant les données de santé.

c. Un contrôle indépendant

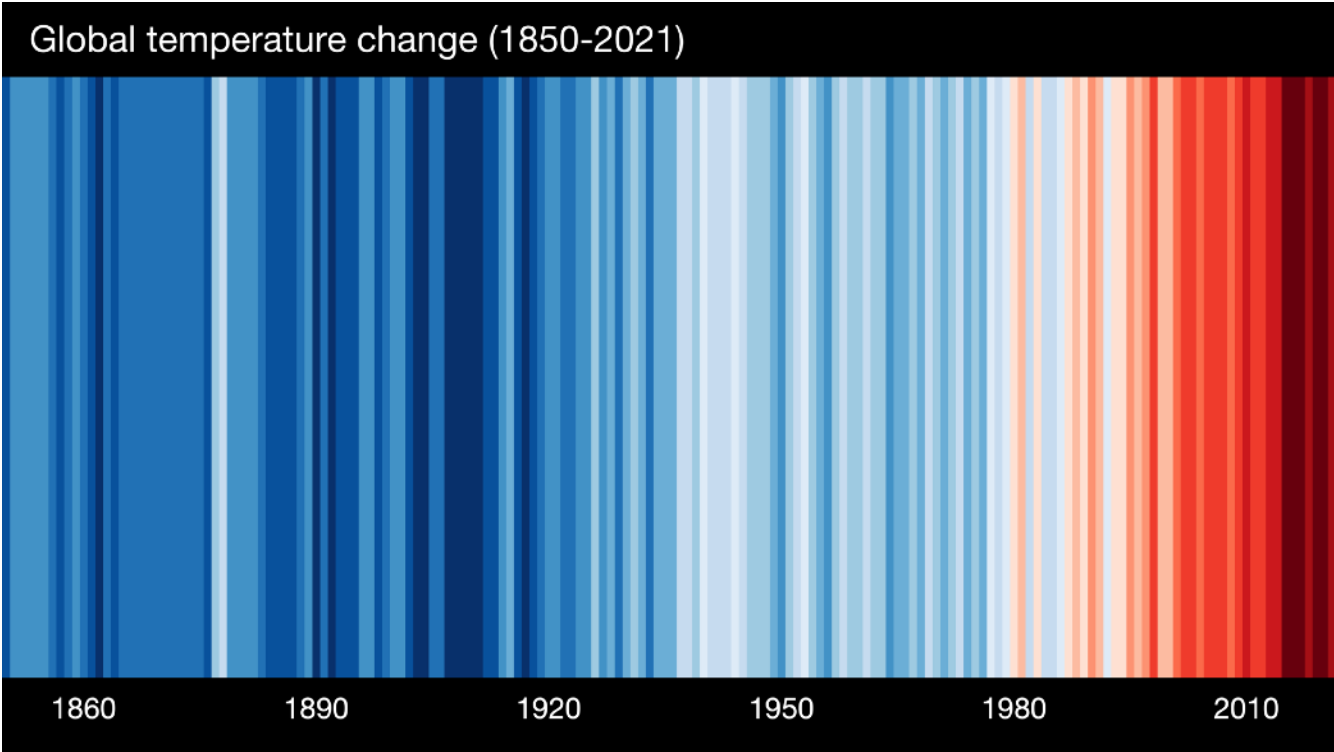
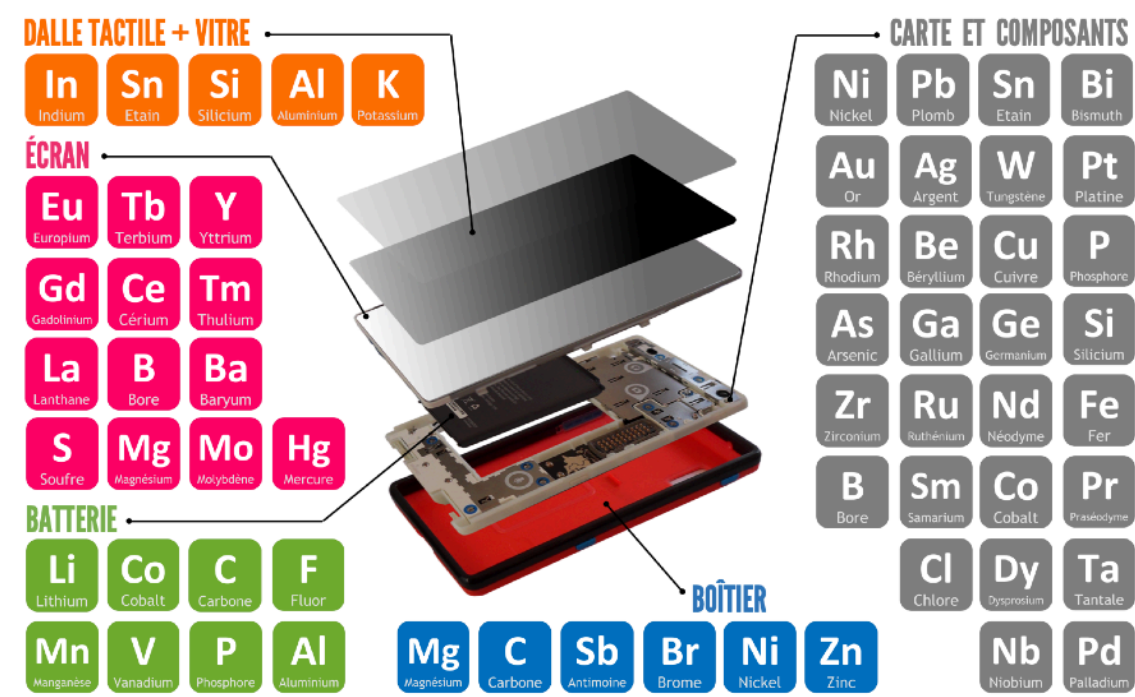
- Les décisions de traitement doivent être validées par une autorité indépendante (souvent la CNIL ou un comité éthique national) ;
- L'accès doit être limité à des finalités d'intérêt public clairement justifiées (recherche, santé publique, amélioration du système de soins).

Focus sur les Impacts ***Environnementaux* du Numérique**

- 1. Crise écologique**
- 2. Et le numérique ?**

Quelles sont les crises environnementales en cours ?

Quelles sont les crises environnementales en cours ?



Réchauffement climatique - GIEC

Le GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat créé en 1988 à l'ONU (sur demande du G7). ~200 pays membres. **Synthèse** des travaux existants.

Les rapports : 6 rapports publiés depuis 1990 (+ rapports spéciaux).

AR1 (1990) - Extrait :

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**.

Nous calculons avec un bon degré de confiance que :

- 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**.

AR6 (2022) - Extrait :

La température de surface globale était de 1,09 [0,95 à 1,20] °C plus élevée en 2011-2020 qu'entre 1850 et 1900, avec des augmentations plus importantes sur la terre (1,59 [1,34 à 1,83] °C) qu'au-dessus de l'océan (0,88 [0,68 à 1,01] °C).

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

Effondrement de la biodiversité - IPBES

Le “GIEC de la biodiversité” : Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques créé en 2012. ~150 pays membres. **Synthèse** des travaux existants.

Les rapports : rapport global publié en 2019 (basé sur 15 000 études) + évaluations majeures + quelques ateliers + rapports thématiques.

Rapport 2019 - Extraits :

« .. la santé des écosystèmes dont nous dépendons, comme toutes les autres espèces, se dégrade plus vite que jamais »

« un million d'espèces animales et végétales – soit une sur huit – risquent de disparaître à brève échéance ».

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 :

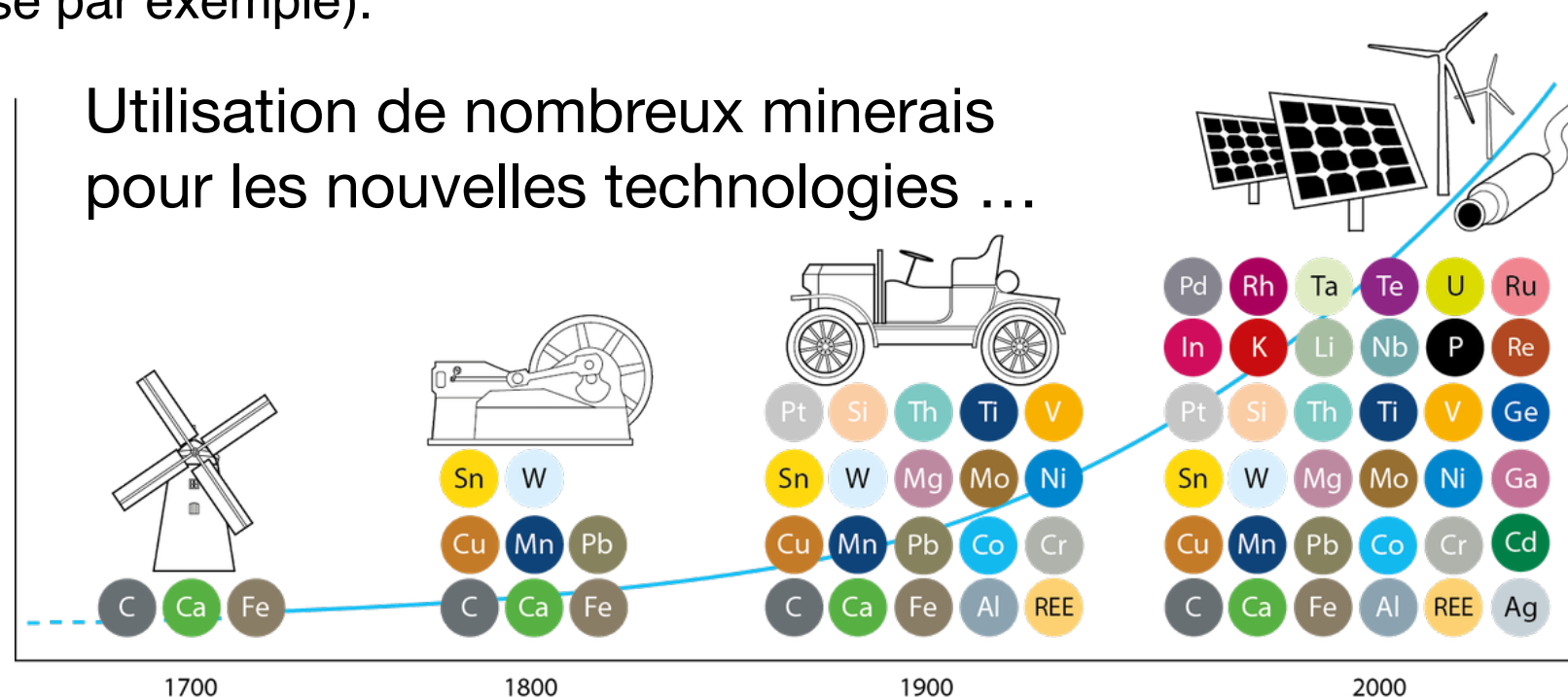
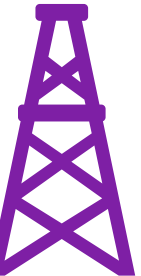
- Démographie croissante (population mondiale a doublé depuis 50 ans)
- Mondialisation (déplacement des biens et des personnes)
- **Technologies gourmandes** (nouvelles technos pèsent sur énergie, ressources et GES)
- Gouvernances inadaptées (croissance infinie dans un monde limité)

Surexploitation des Ressources Naturelles

Une ressource naturelle est une substance, un organisme, un milieu ou un objet **présent dans la nature**, sans action humaine, et qui fait, l'objet d'une utilisation pour satisfaire les **besoins (?)** des humains.

Il peut s'agir :

- d'une matière première minérale (par exemple : l'eau douce, les granulats, les minerais métalliques, etc.) ;
- d'un produit d'origine sauvage (ex.: le bois, le poisson, le gibier, etc.) ;
- d'un milieu naturel, source de services écosystémiques (ex. : eau, air, sol, forêt, tourbière, zone humide...) ;
- d'une matière organique fossile (comme le pétrole, le charbon, le gaz naturel, le lignite ou la tourbe...) ;
- d'une source d'énergie (énergie solaire, énergie éolienne...) ;
- et par extension d'un service écosystémique (la production d'oxygène fournie par la photosynthèse par exemple).



Quantifier les causes : Exemple avec les Accords de Paris

Bilan accepté par quasiment tous et toutes ...

Réaction des États ? Exemple des accords de Paris (2015) :

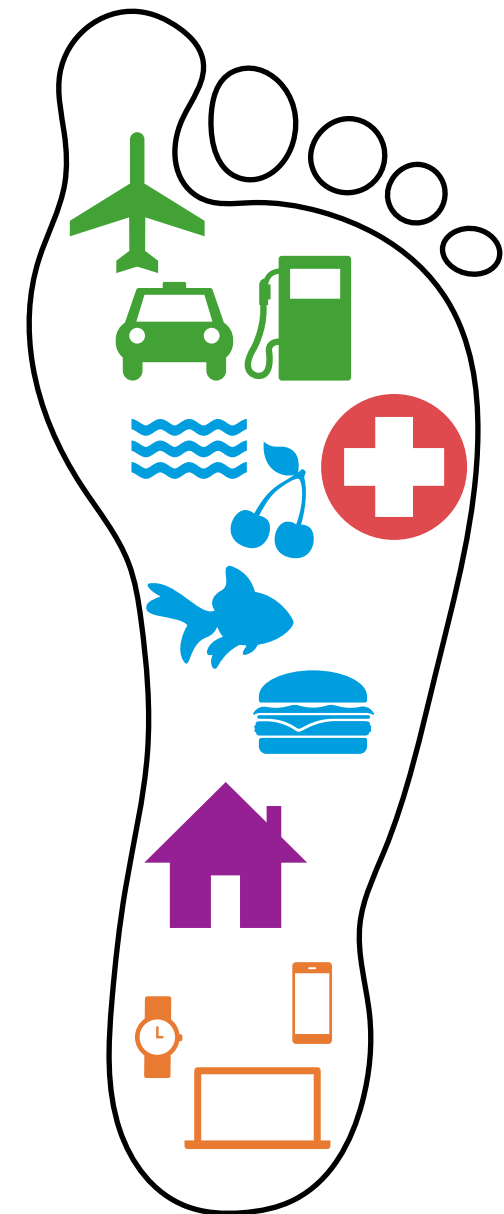
- Accord universel sur le climat et le réchauffement climatique
- Déclaration d'intention, sans aucune mesure coercitive
- Objectif principal : atteindre la neutralité carbone
[Attention : un **seul** indicateur !]

Chaque état s'est :

- Engagé à réduire des émissions de GES sur leur **sol** !

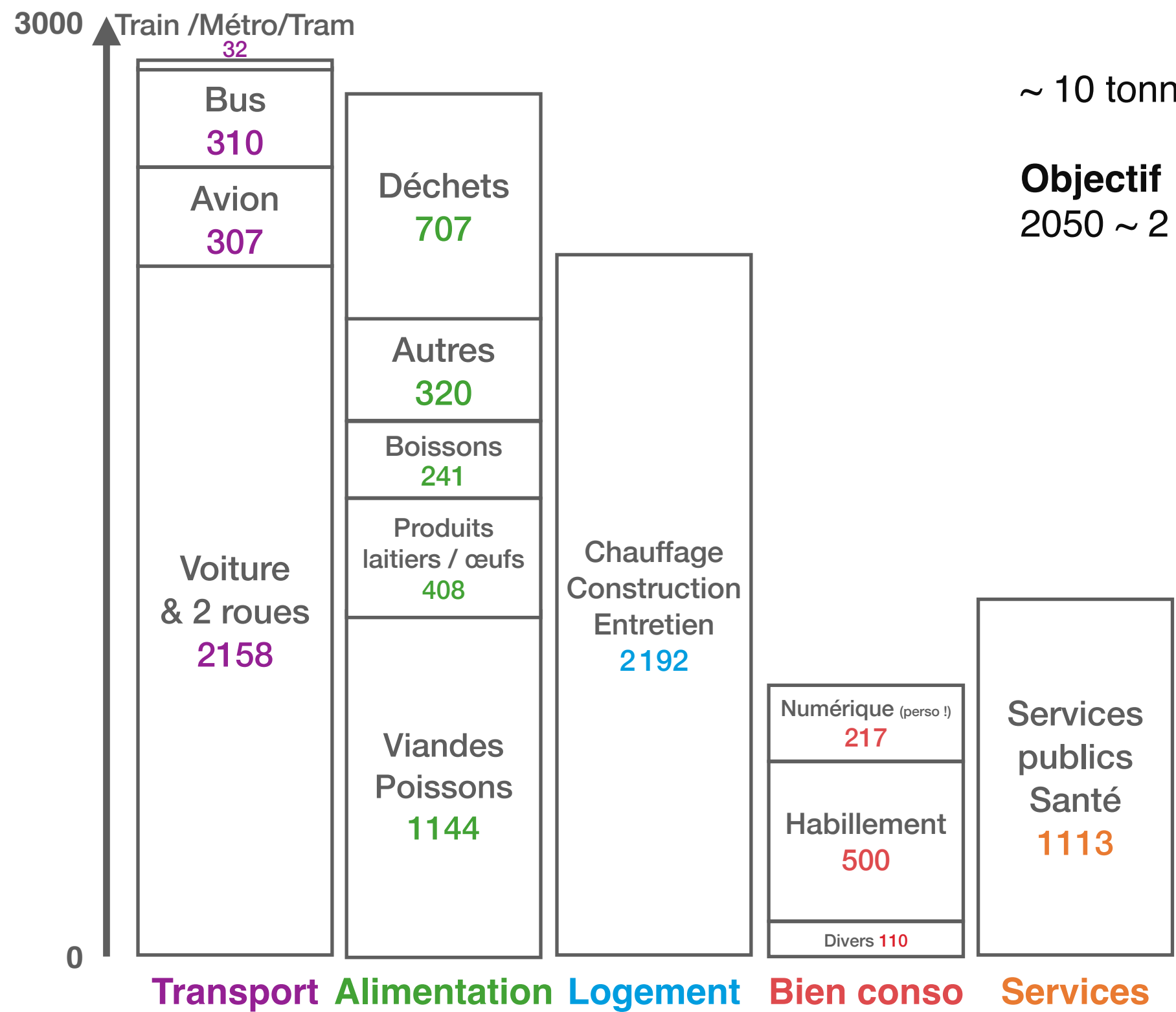


*L'**empreinte carbone** est utilisée pour mesurer les émissions de dioxyde de carbone, et plus globalement des gaz à effet de serre, émis par une activité, une personne ou un pays.*



Source : ONU - l'Accord de Paris

Contexte : Empreinte carbone moyenne d'un français [2019]

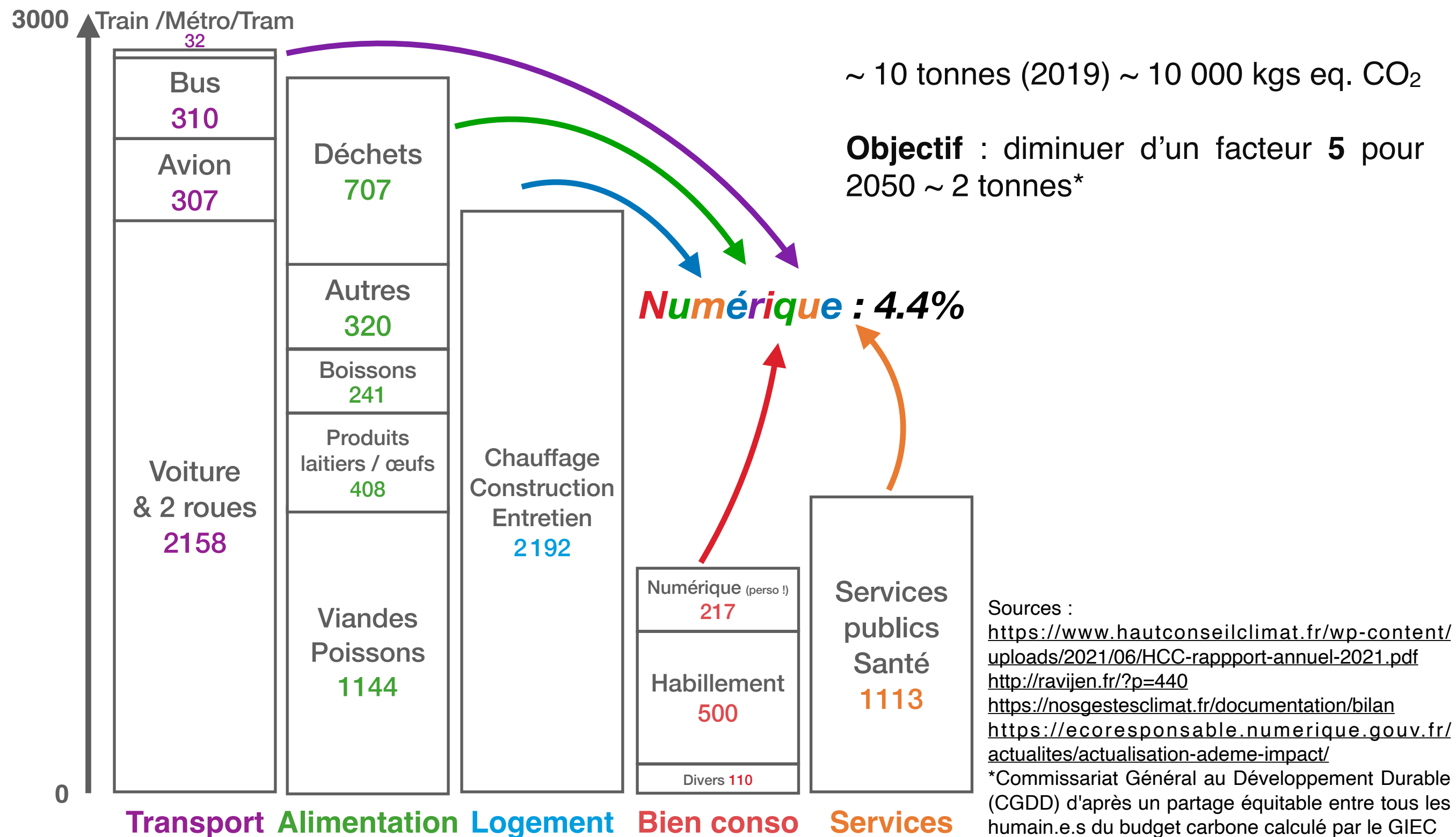


~ 10 tonnes (2019) ~ 10 000 kgs eq. CO₂

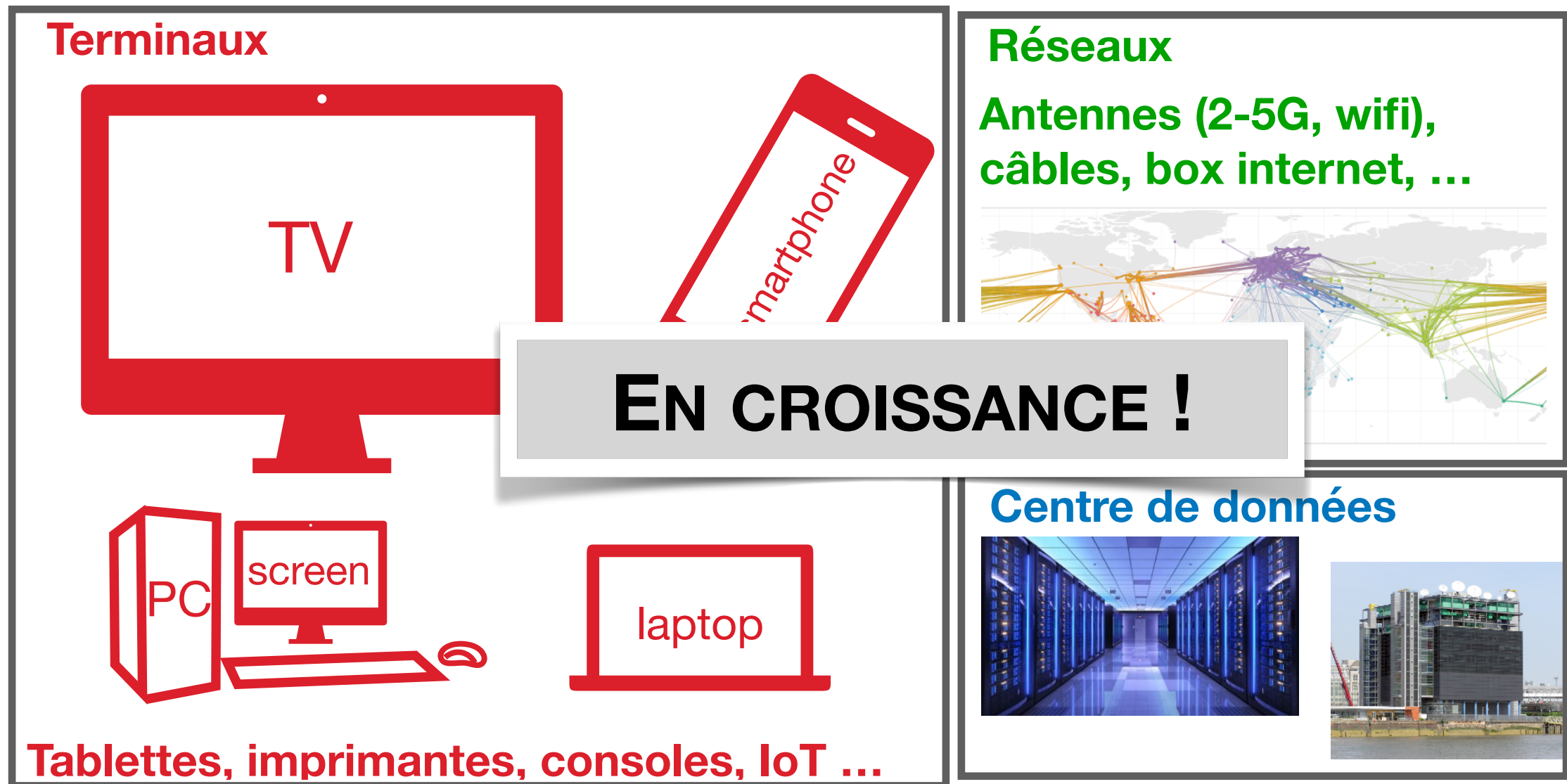
Objectif : diminuer d'un facteur 5 pour 2050 ~ 2 tonnes*

Sources :
<https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2021/06/HCC-rapport-annuel-2021.pdf>
<http://ravijen.fr/?p=440>
<https://nosgestesclimat.fr/documentation/bilan>
<https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/actualites/actualisation-ademe-impact/>
*Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) d'après un partage équitable entre tous les humain.e.s du budget carbone calculé par le GIEC

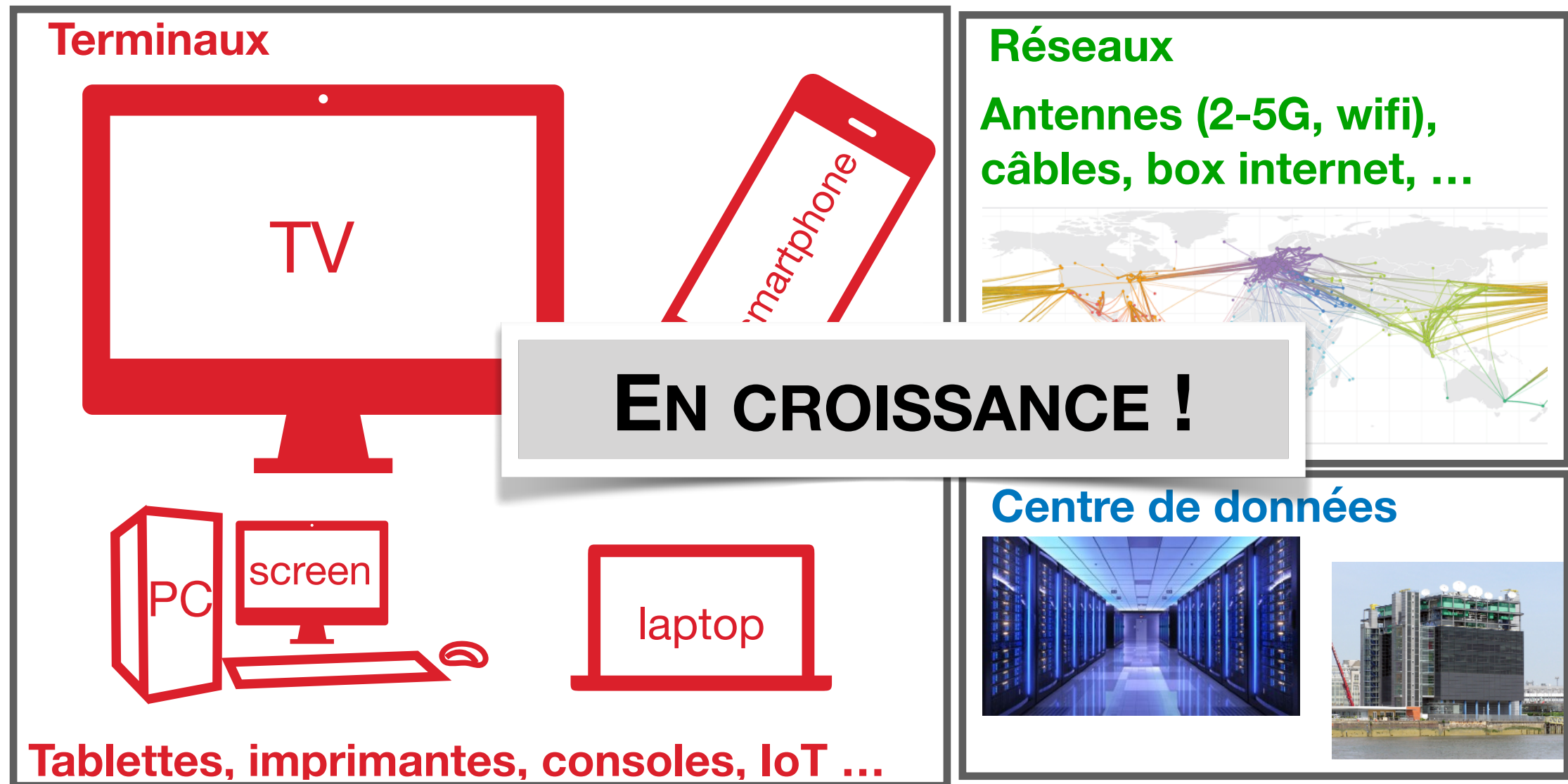
Contexte : Empreinte carbone moyenne d'un français [2019]



Et le numérique (et surtout sa matérialité) dans tout ça ?



Et le numérique (et surtout sa matérialité) dans tout ça ?

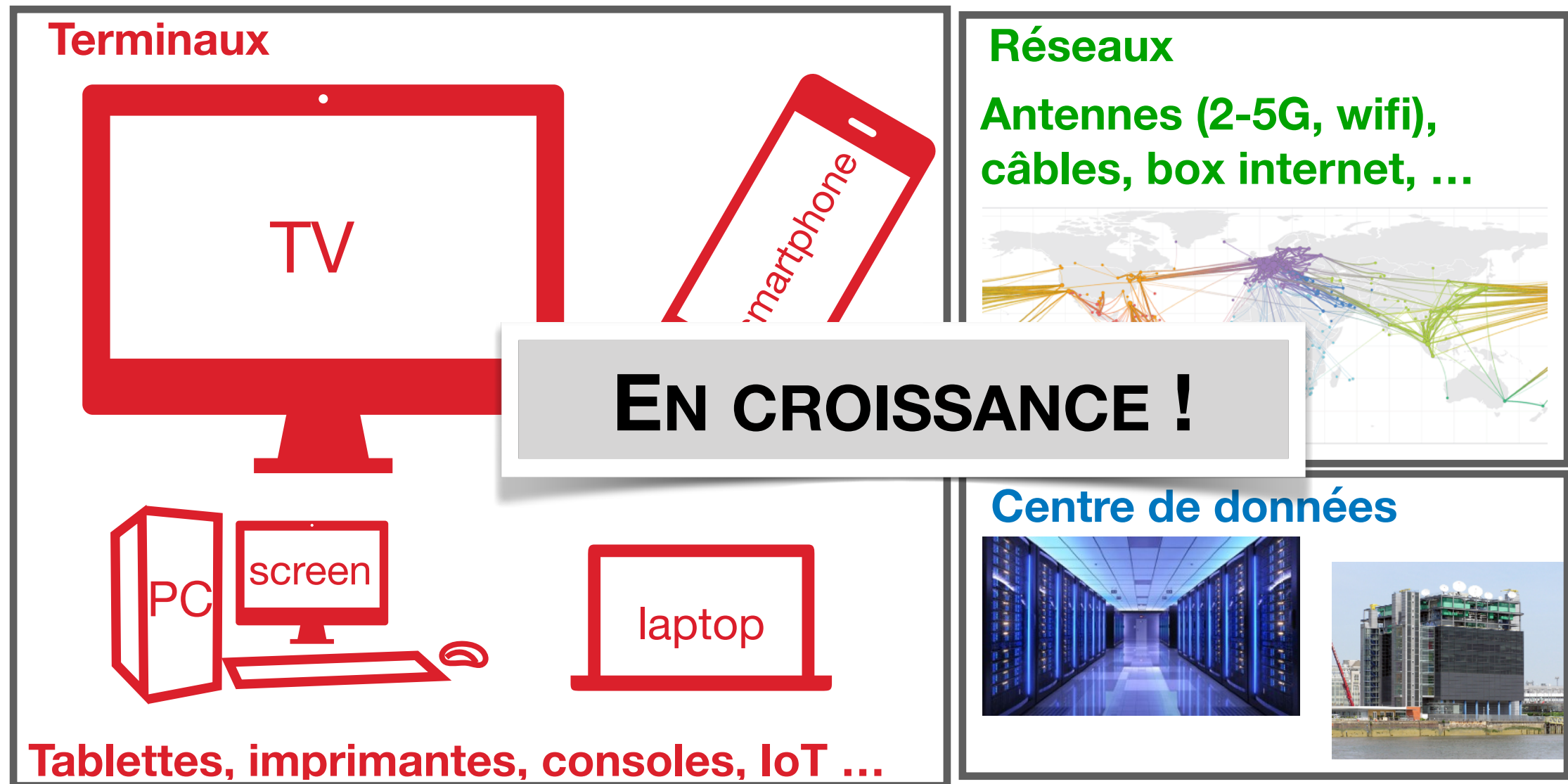


Est-ce un problème ?

Quels impacts environnementaux ?

Ordre de grandeur ?

Et le numérique (et surtout sa matérialité) dans tout ça ?



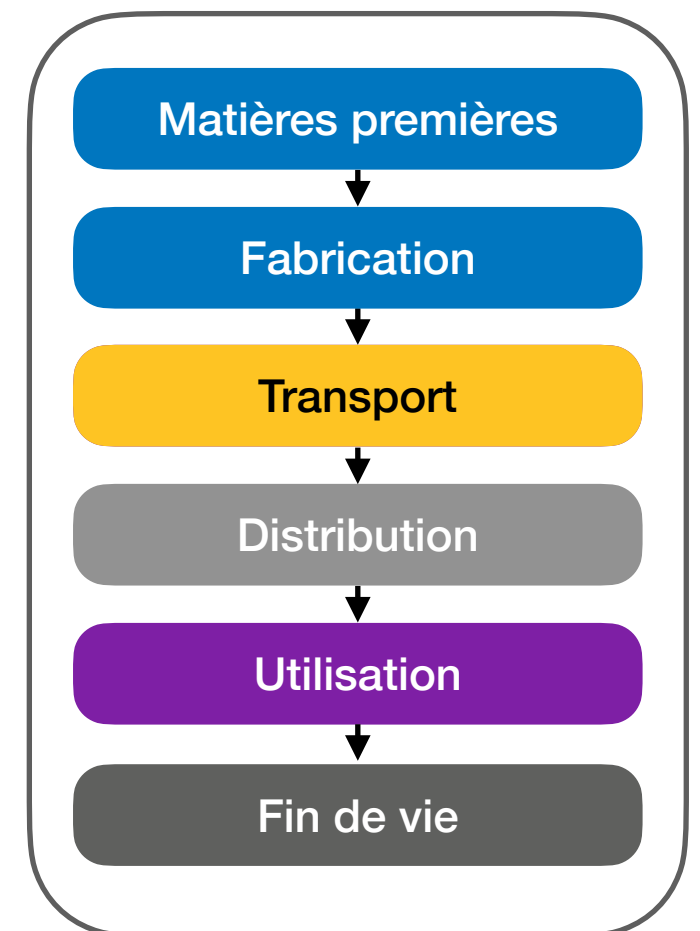
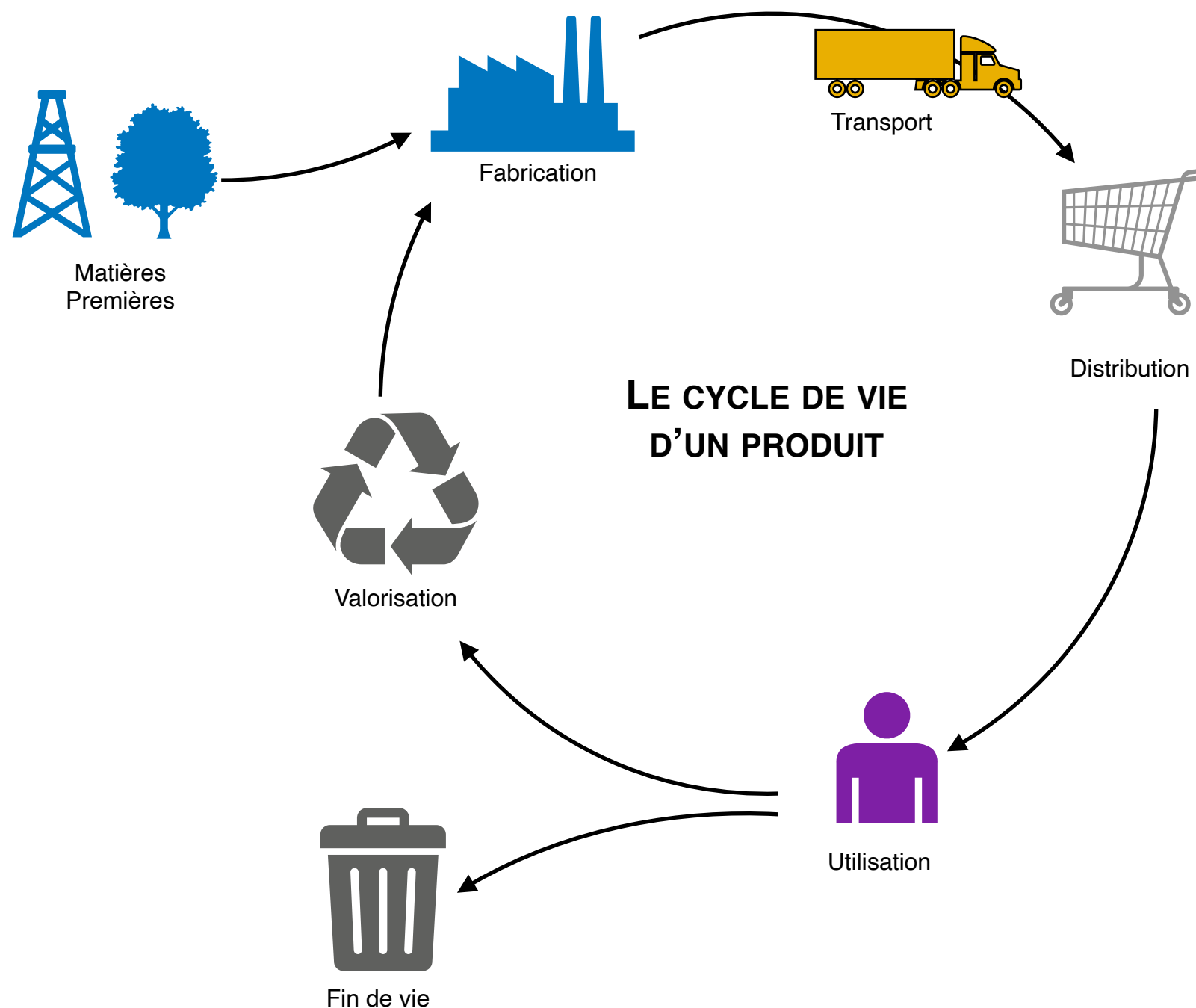
Est-ce un problème ?
Quels impacts environnementaux ?
Ordre de grandeur ?

Une étude ADEME prévoit une augmentation d'environ +45 % de l'empreinte numérique de la France entre 2020 et 2030 si aucune mesure de sobriété n'est prise.

Source : Ademe

Quantifier les causes : Analyse du Cycle de Vie

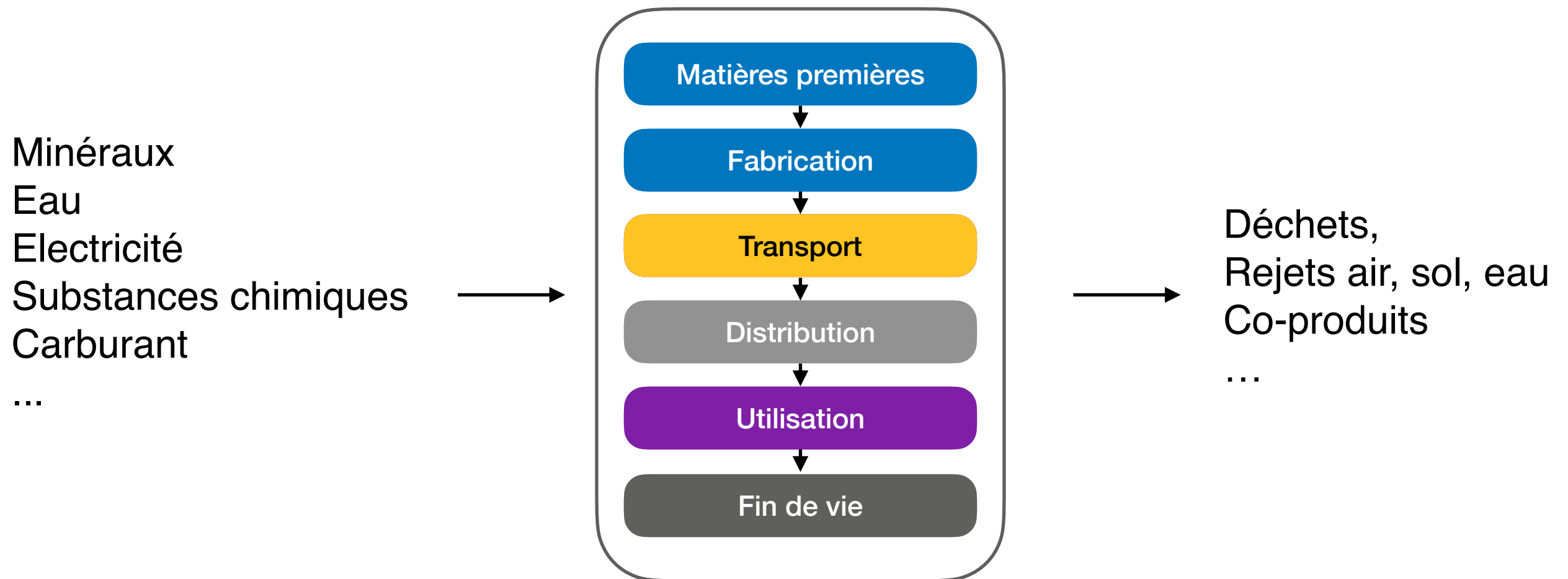
Outil pour évaluer, comparer un produit par rapport à un autre :



Quantifier les causes : Analyse du Cycle de Vie

Chaque étape du cycle de vie :

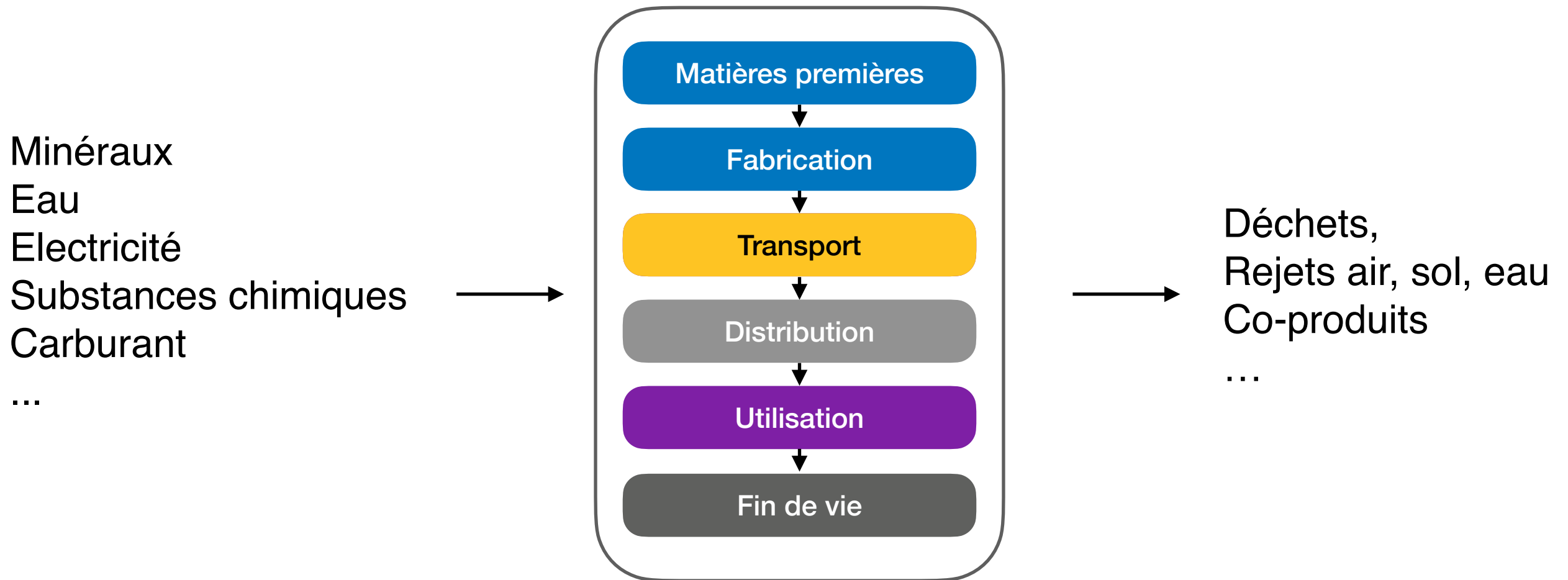
- consomme des ressources naturelles
- entraîne des émissions et produits des déchets



Quantifier les causes : Analyse du Cycle de Vie

Chaque étape du cycle de vie :

- consomme des ressources naturelles
- entraîne des émissions et produits des déchets
- qui ont des conséquences sur la santé et l'environnement

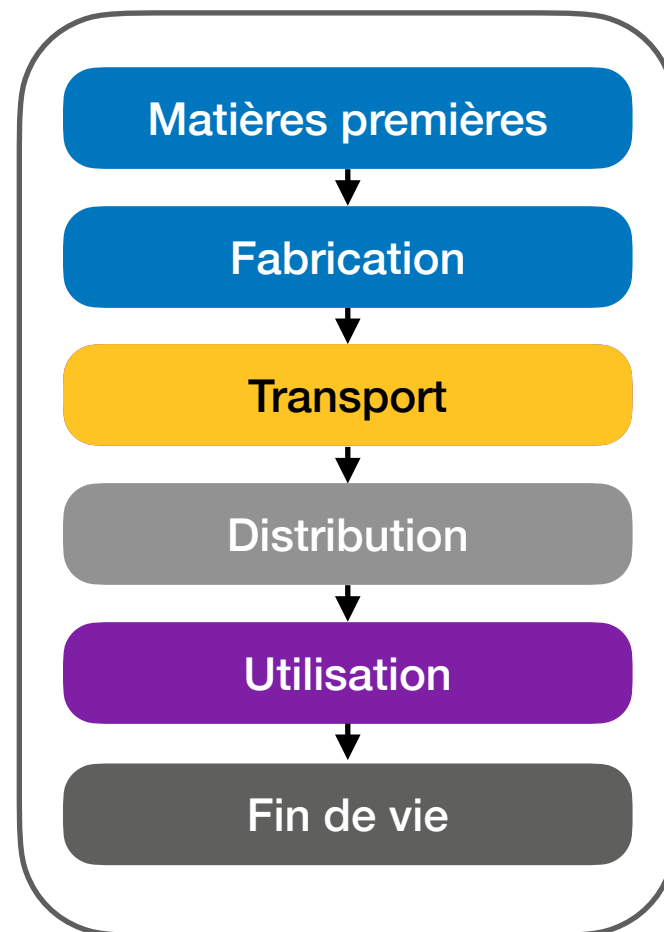


Impacts environnementaux :

Réchauffement climatique, Epuisement des ressources, Toxicité humaine, Acidification, Eutrophisation (excédent de nutriments, ex. N, P), Utilisation des sols...

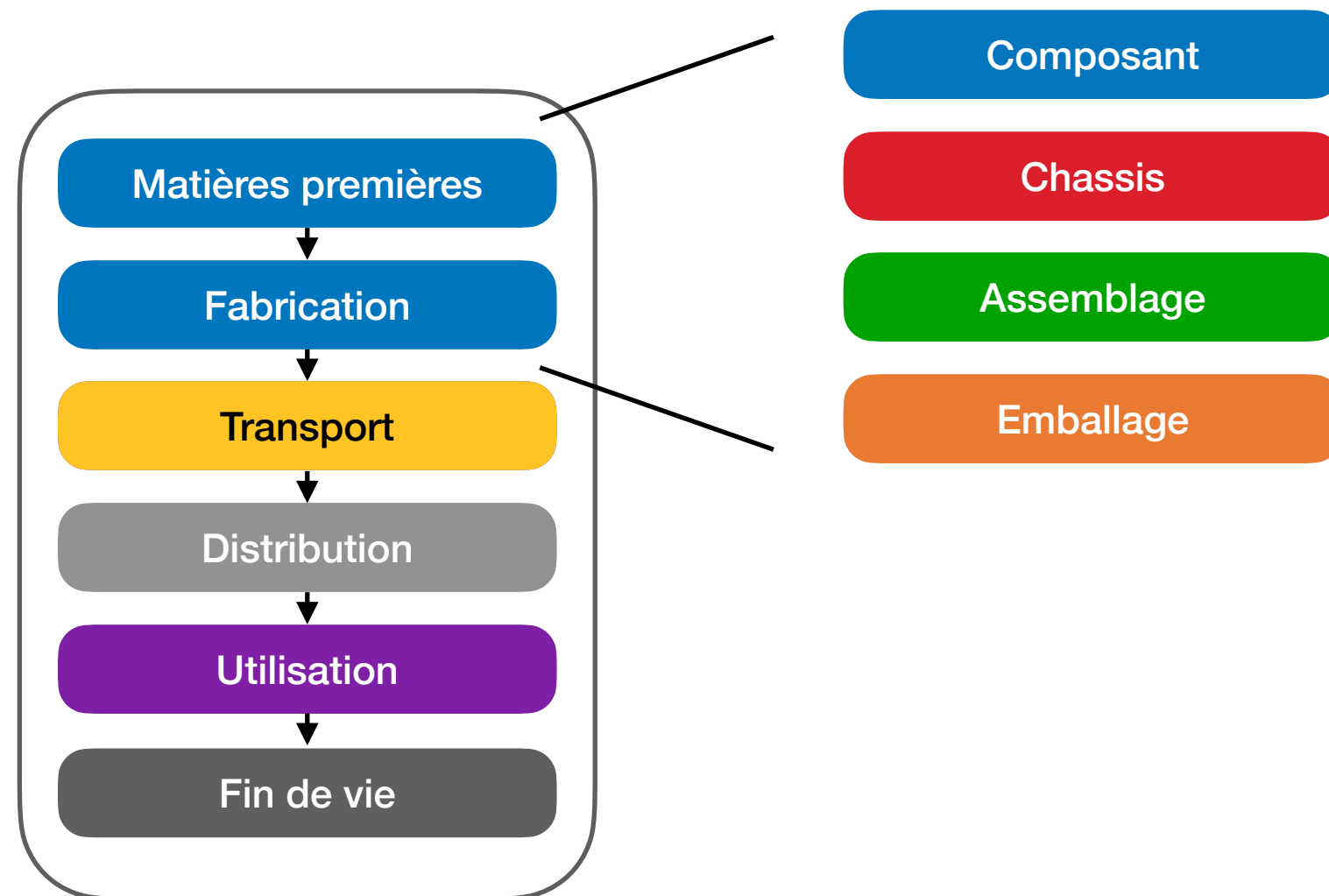
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



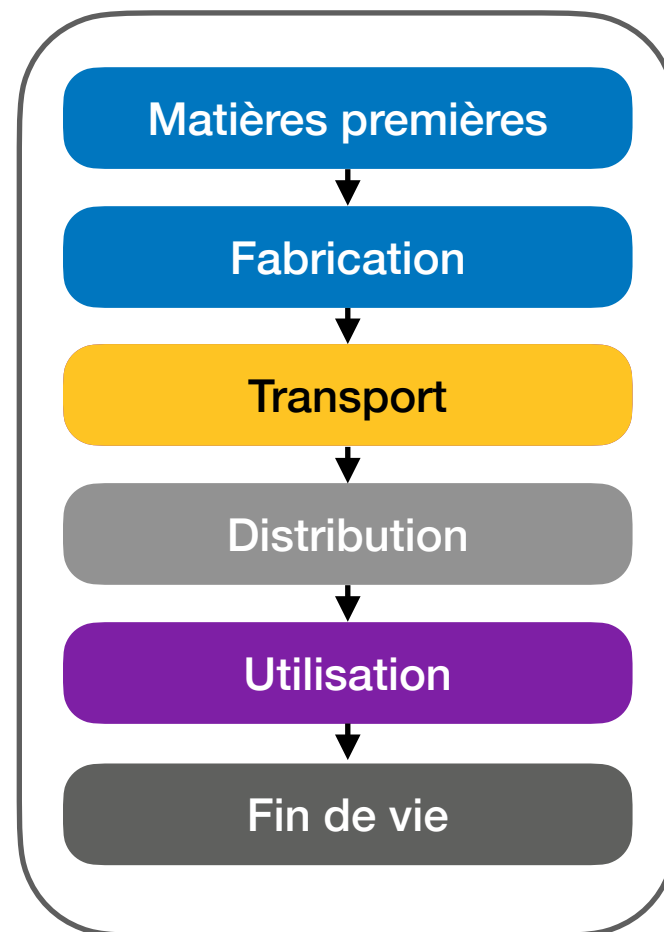
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



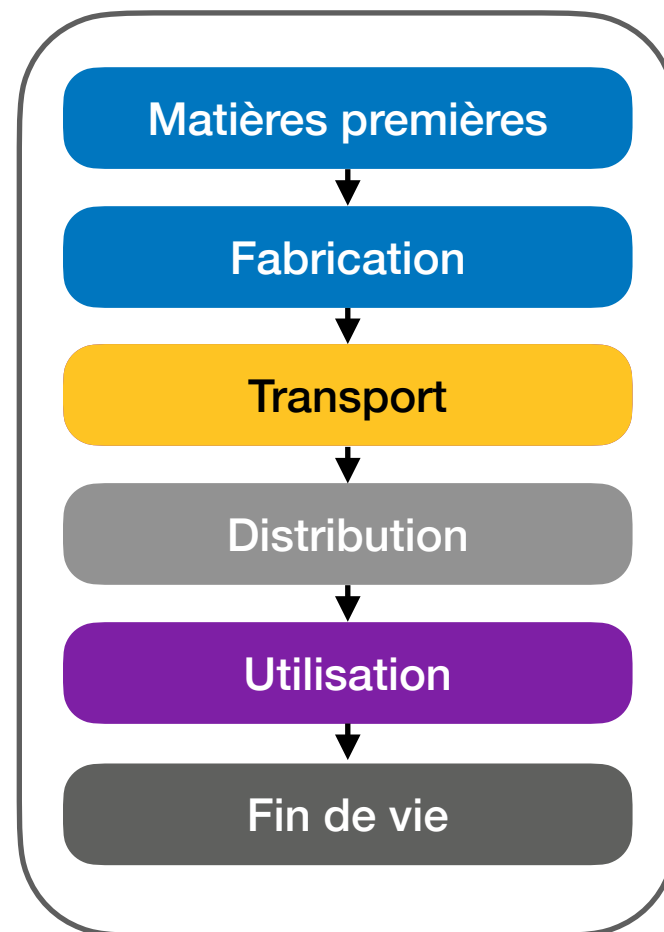
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans

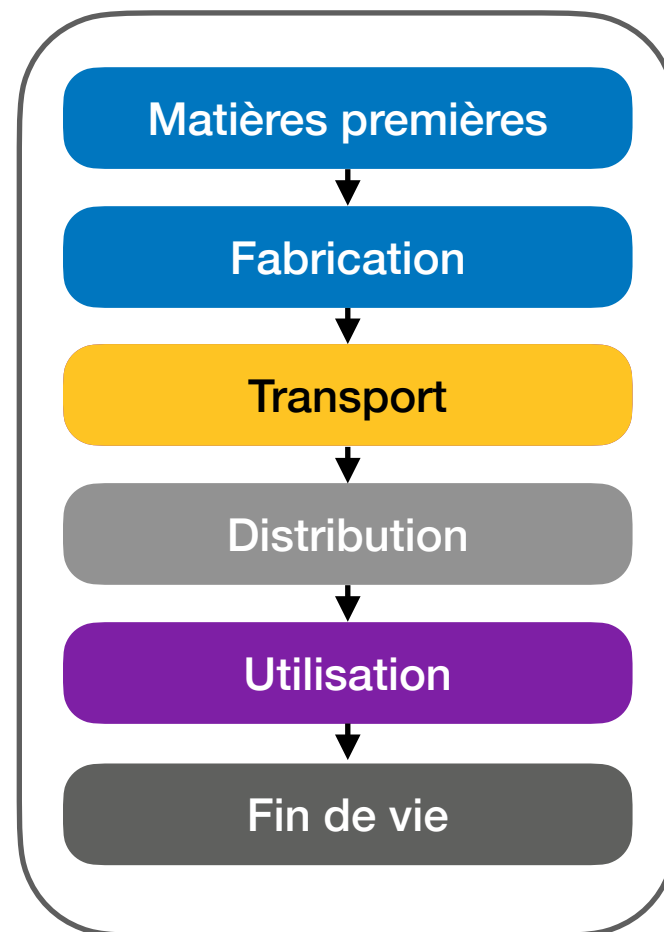


De la Chine à la France :

- Transport en camion (Chine)
- Transport en bateau (Chine à France)
- Transport en camion (France)

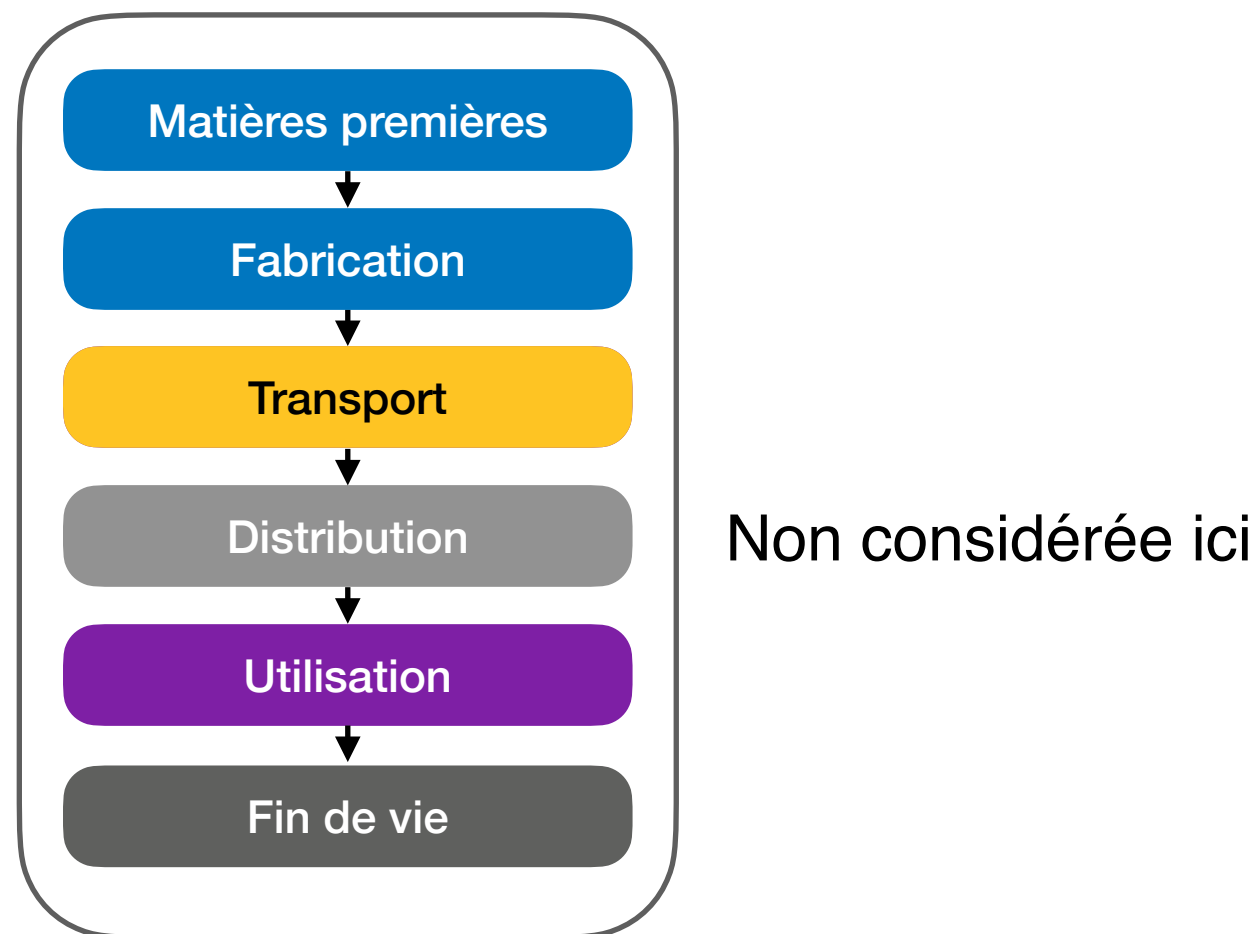
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



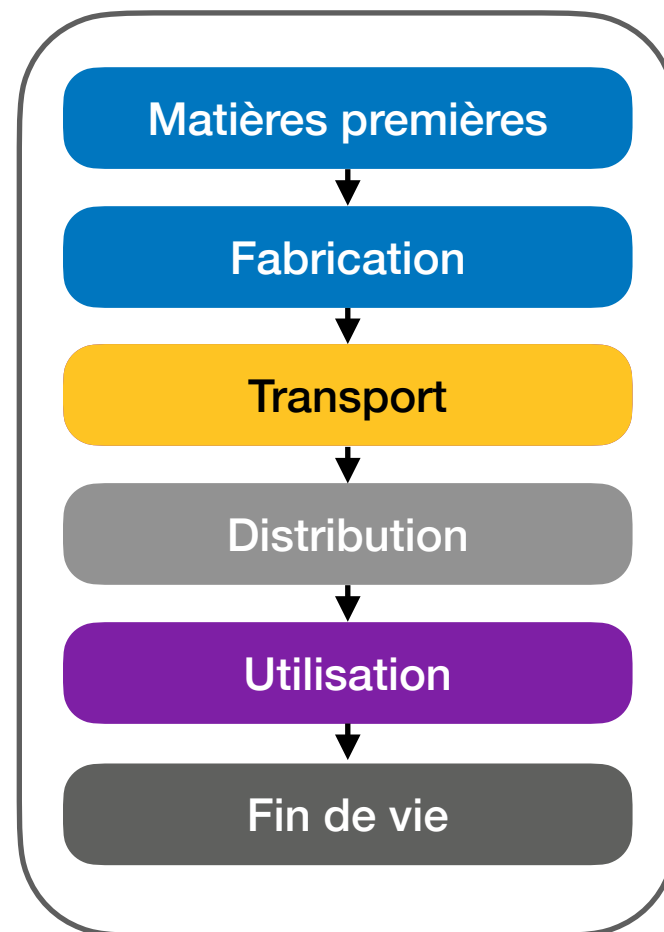
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



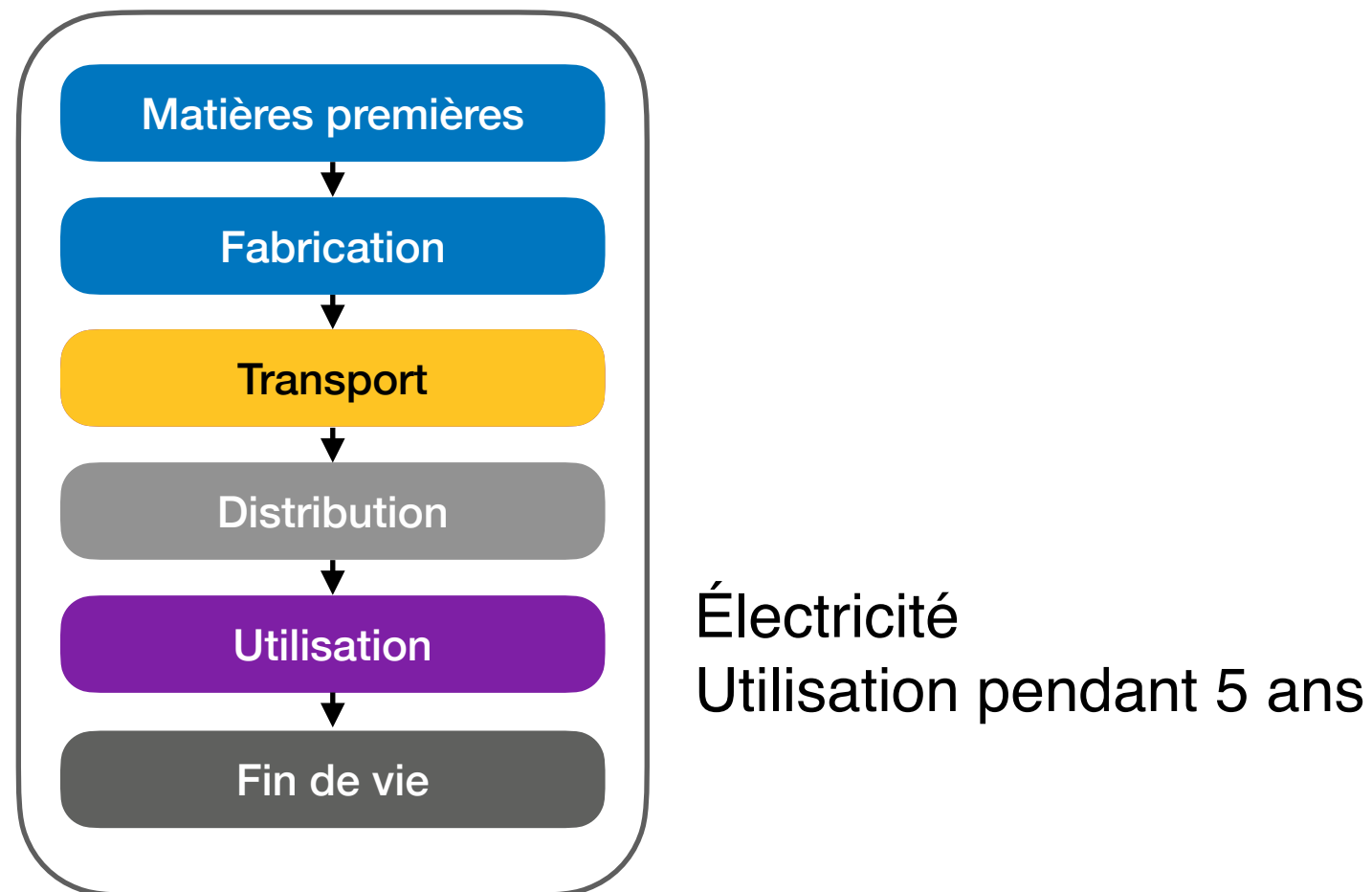
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



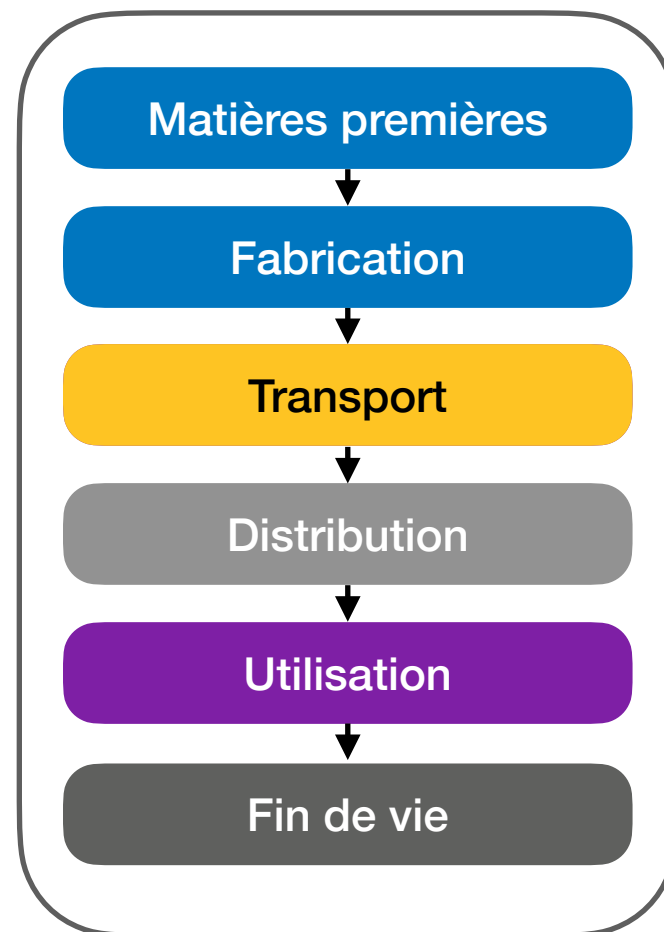
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



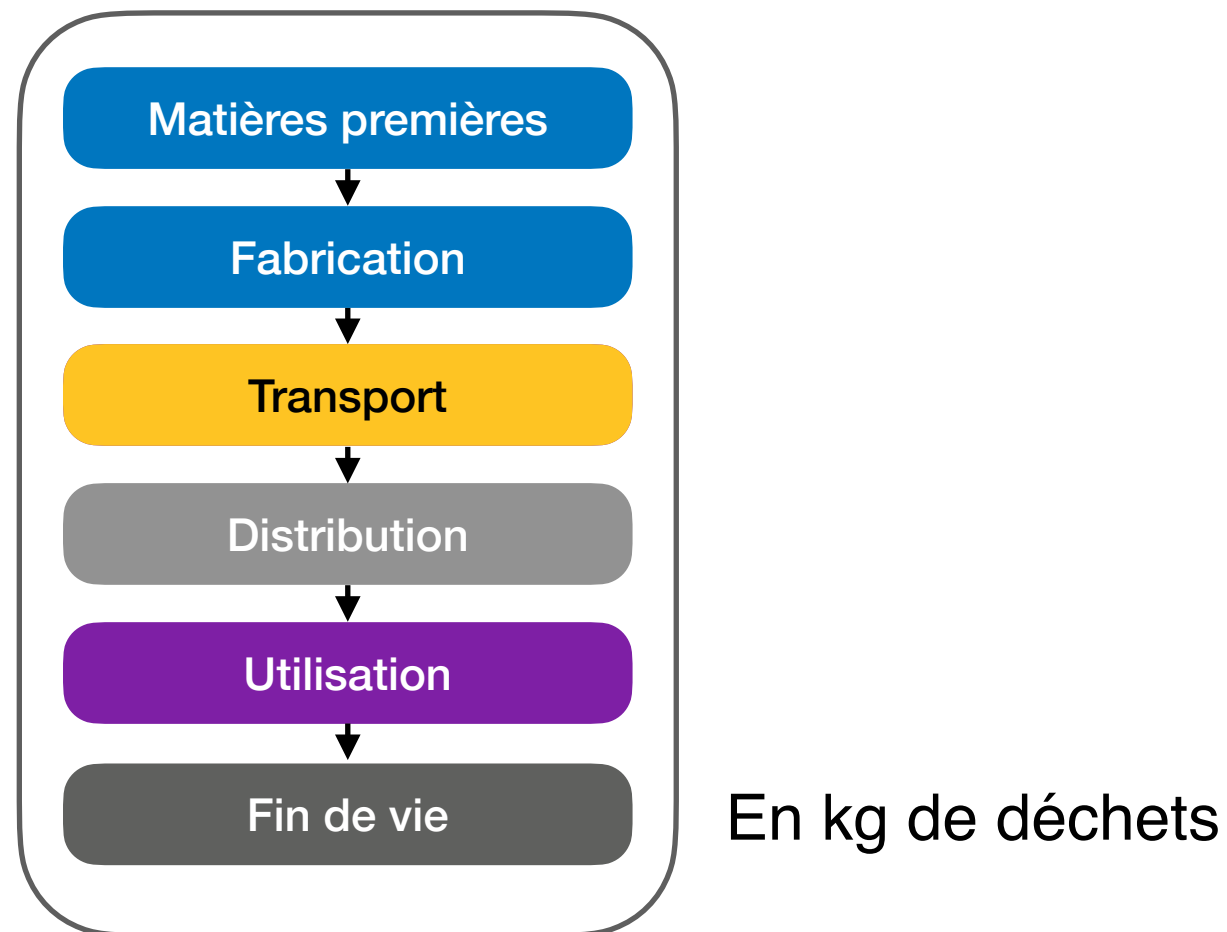
Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans



Exemple : modélisation

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans

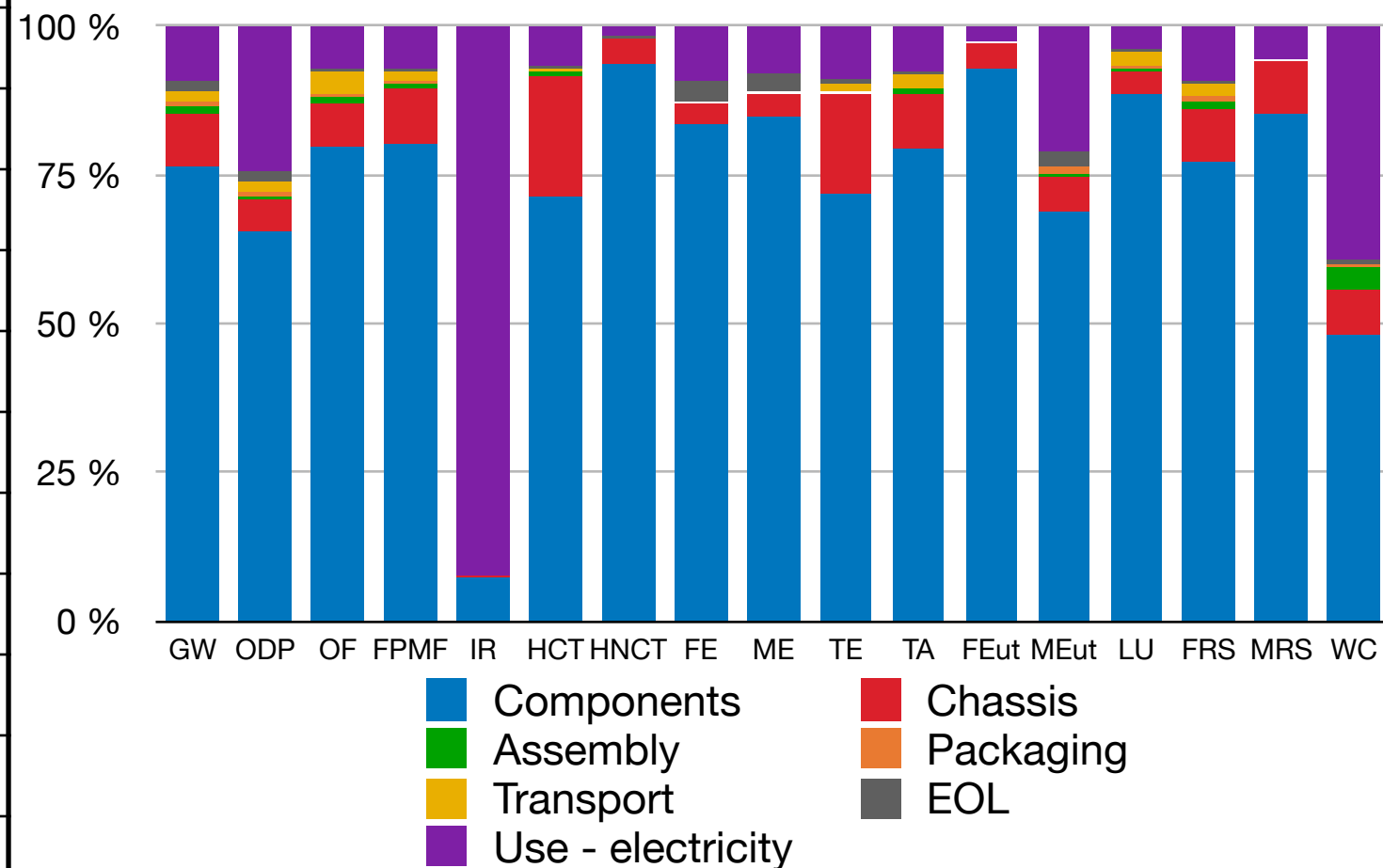


Exemple : résultats

Unité Fonctionnelle : Utiliser un ordinateur de bureau pendant 5 ans

Impact category	Abb.	Unit	Value
Global warming	GW	kg CO ₂ eq	324
Ozone depletion potential	ODP	kg CFC11 eq	0.000023
Ozone formation, Human health	OF	kg NOx eq	1.03
Fine particulate matter formation	FPMF	kg PM2.5 eq	0.86
Ionizing radiation	IR	kg Co-60 eq	352
Human carcinogenic toxicity	HCT	kg 1,4-DCB eq	52.4
Human non-carcinogenic toxicity	HNCT	kg 1,4-DCB eq	4498
Freshwater ecotoxicity	FE	kg 1,4-DCB eq	147
Marine ecotoxicity	ME	kg 1,4-DCB eq	207
Terrestrial acidification	TA	kg SO ₂ eq	3890
Freshwater eutrophication	FEut	kg P eq	1.87
Marine eutrophication	MEut	kg N-Eq	0.81
Land use	LU	m ² a crop eq	0.03
Fossil resource scarcity	FRS	kg oil eq	5.22
Mineral resource scarcity	MRS	kg Cu eq	83.2
Water consumption	WC	m ³	4.6

Contribution analysis of 1 desktop computer
(ReCiPe2016 Midpoint H)

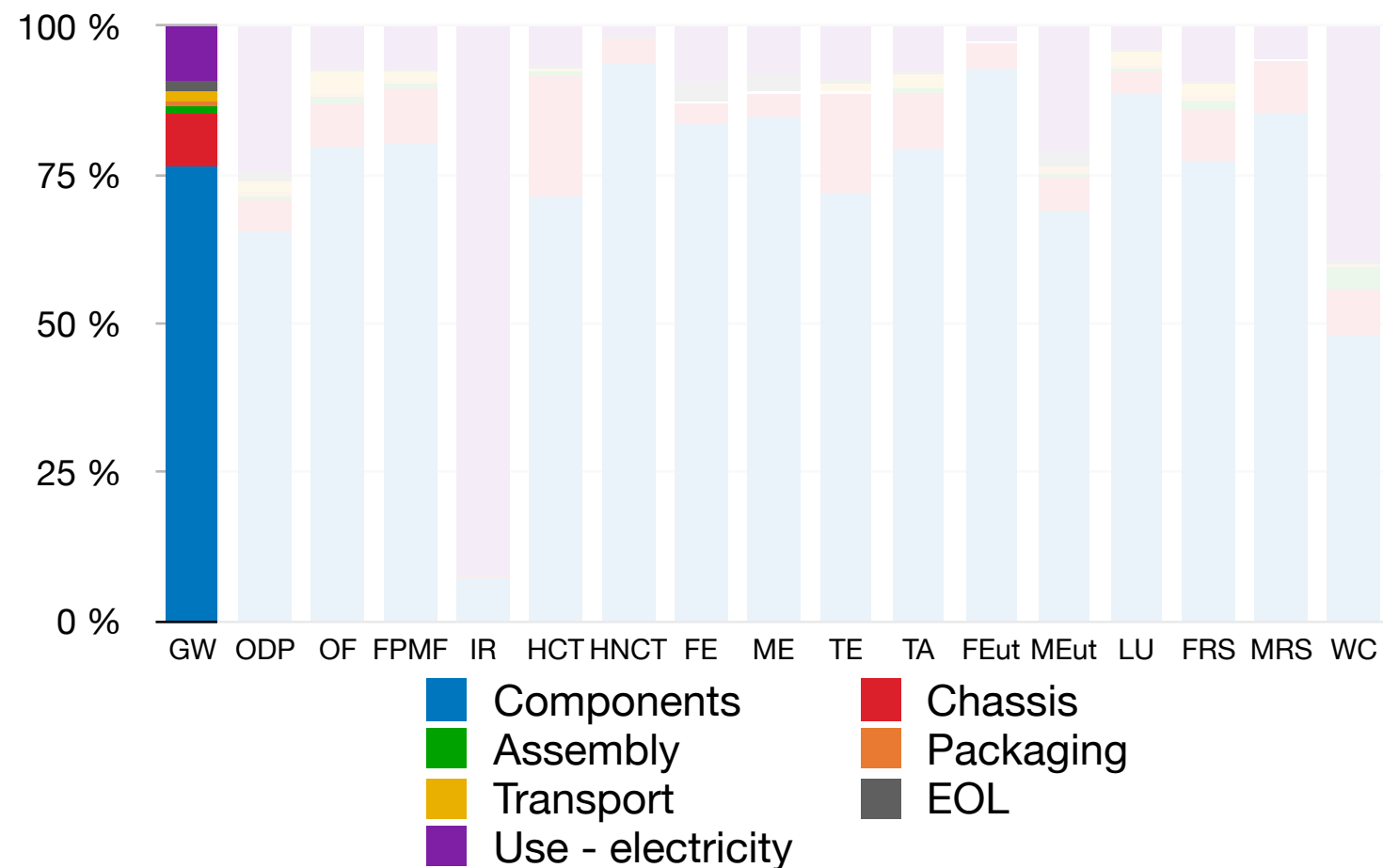


Source: Life cycle assessment of ICT in higher education: a comparison between desktop and single-board computers. P. Loubet, A. Vincent, A. Collin, C. Dejous, A. Ghiotto, C. Jégo. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2023.

Exemple : quelques explications

Réchauffement climatique
Global warming

Contribution analysis of 1 desktop computer
(ReCiPe2016 Midpoint H)



Sources:

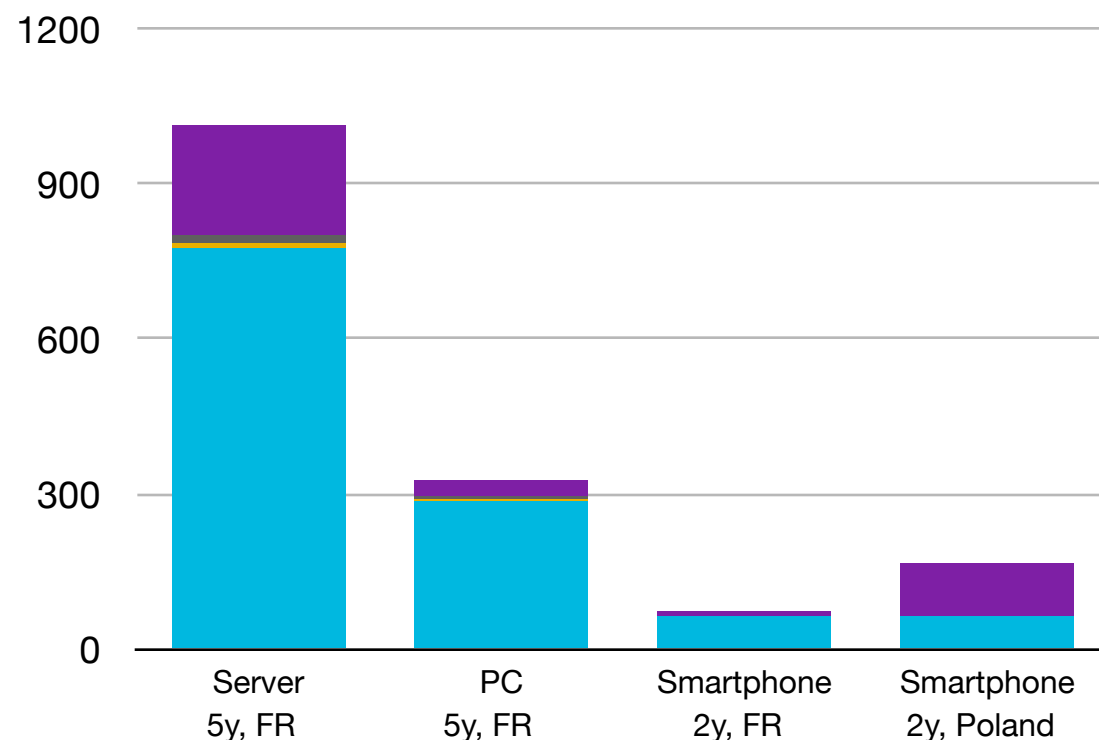
- [1] Sources of variation in life cycle assessments of smartphones and tablet computers. Louis-Philippe, P. V. C., Jacquemotte, Q. E., & Hilty, L. M. Environmental Impact Assessment Review, 2020.
- [2] Life cycle assessment of ICT in higher education: a comparison between desktop and single-board computers. P. Loubet, A. Vincent, A. Collin, C. Dejous, A. Ghiotto, C. Jégo. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2023. (Server: Dell 7920 Precision Tower workstation with a Dual Xeon 8168 processor).

Exemple : quelques explications

Réchauffement climatique

Global warming

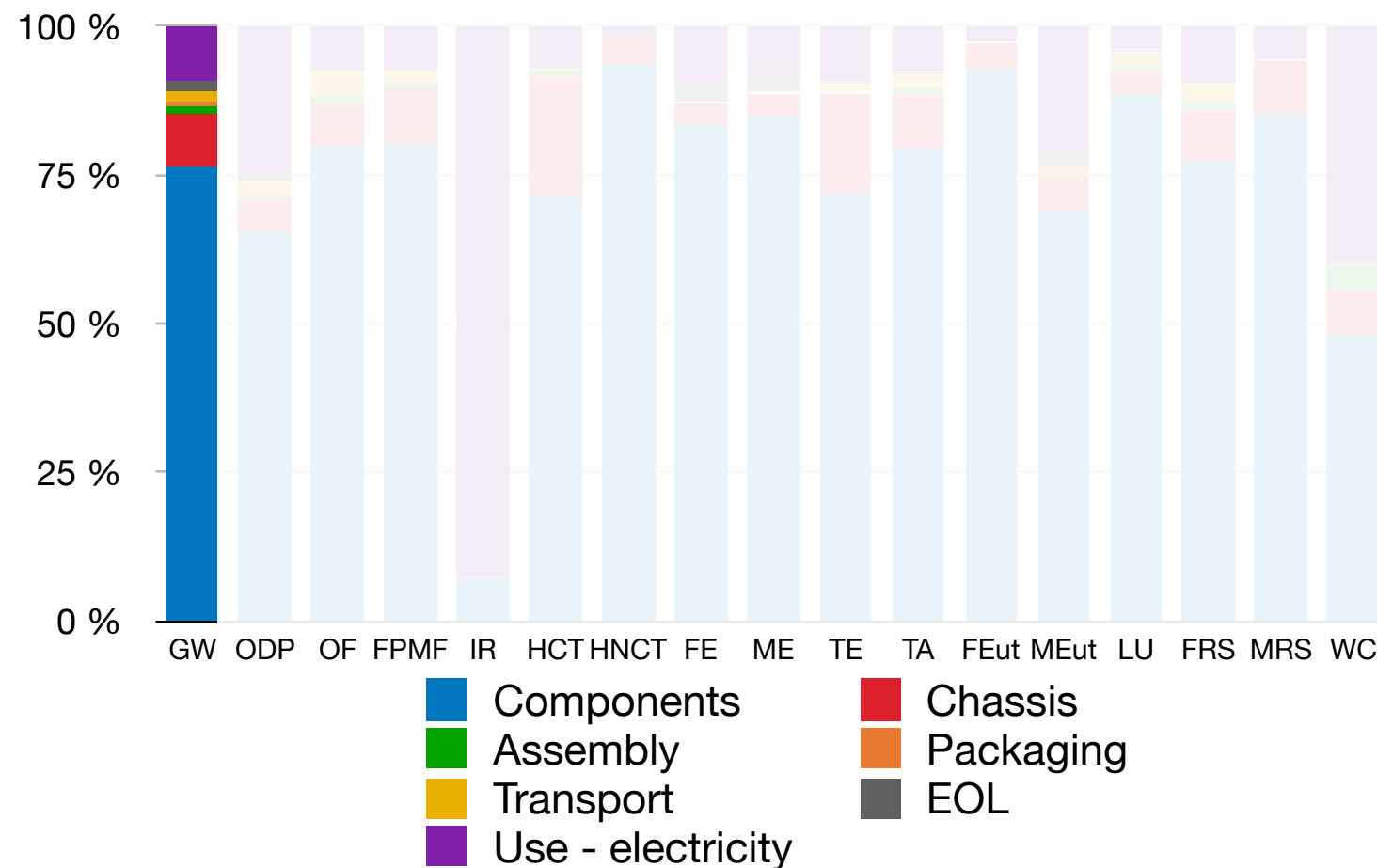
~ 4 % des émissions des gaz à effet de serre
Une grande partie liée à la **fabrication**



Comp.+Ass.+Ch.+Pack. Transport
Fin de vie Usage

Components Assembly Chassis Packaging

Contribution analysis of 1 desktop computer (ReCiPe2016 Midpoint H)

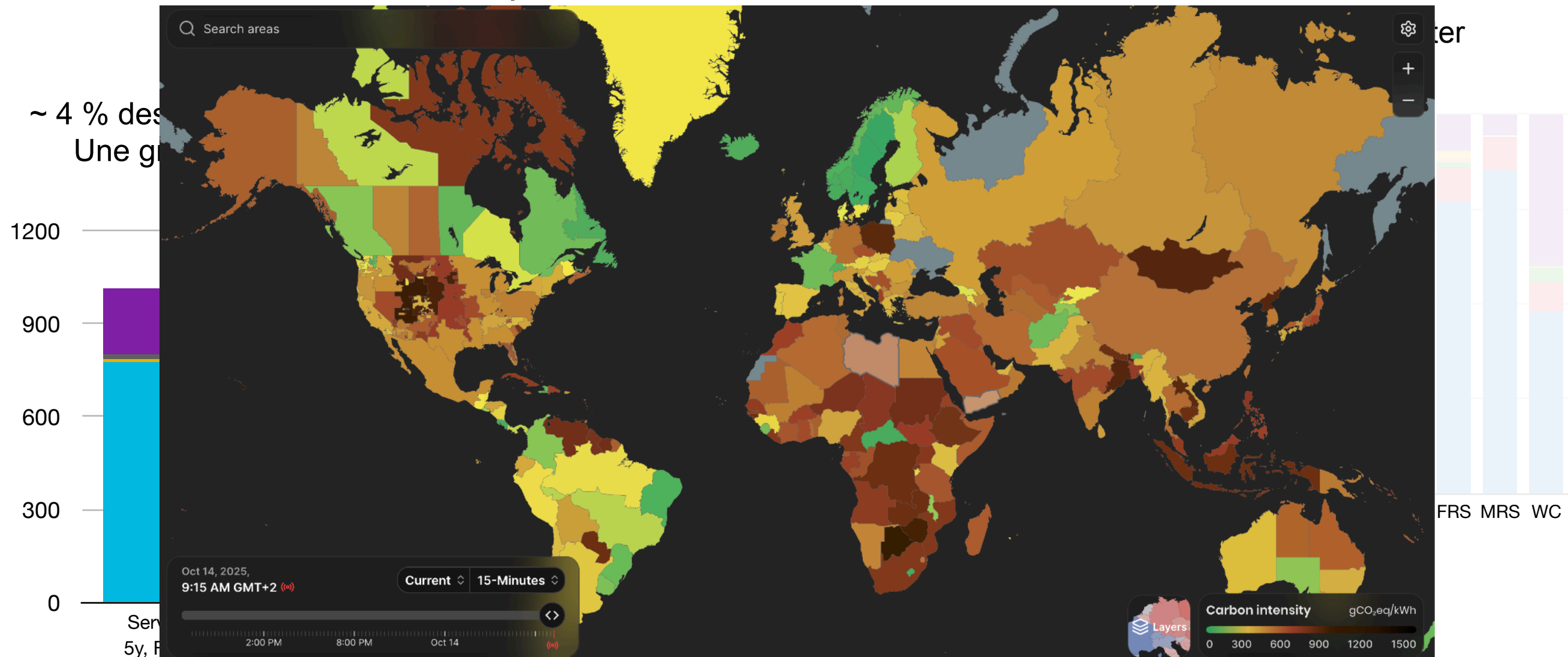


Sources:

- [1] Sources of variation in life cycle assessments of smartphones and tablet computers. Louis-Philippe, P. V. C., Jacquemotte, Q. E., & Hilty, L. M. Environmental Impact Assessment Review, 2020.
- [2] Life cycle assessment of ICT in higher education: a comparison between desktop and single-board computers. P. Loubet, A. Vincent, A. Collin, C. Dejous, A. Ghiotto, C. Jégo. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2023. (Server: Dell 7920 Precision Tower workstation with a Dual Xeon 8168 processor).

Exemple : quelques explications

Réchauffement climatique



Comp.+Ass.+Ch.+Pack.
Fin de vie

Transport
Usage

Components
Assembly

Chassis
Packaging

Sources:

- [1] Sources of variation in life cycle assessments of smartphones and tablet computers. Louis-Philippe, P. V. C., Jacquemotte, Q. E., & Hilty, L. M. Environmental Impact Assessment Review, 2020.
- [2] Life cycle assessment of ICT in higher education: a comparison between desktop and single-board computers. P. Loubet, A. Vincent, A. Collin, C. Dejous, A. Ghiotto, C. Jégo. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2023. (Server: Dell 7920 Precision Tower workstation with a Dual Xeon 8168 processor).
- [3] https://app.electricitymaps.com/map/live/fifteen_minutes.

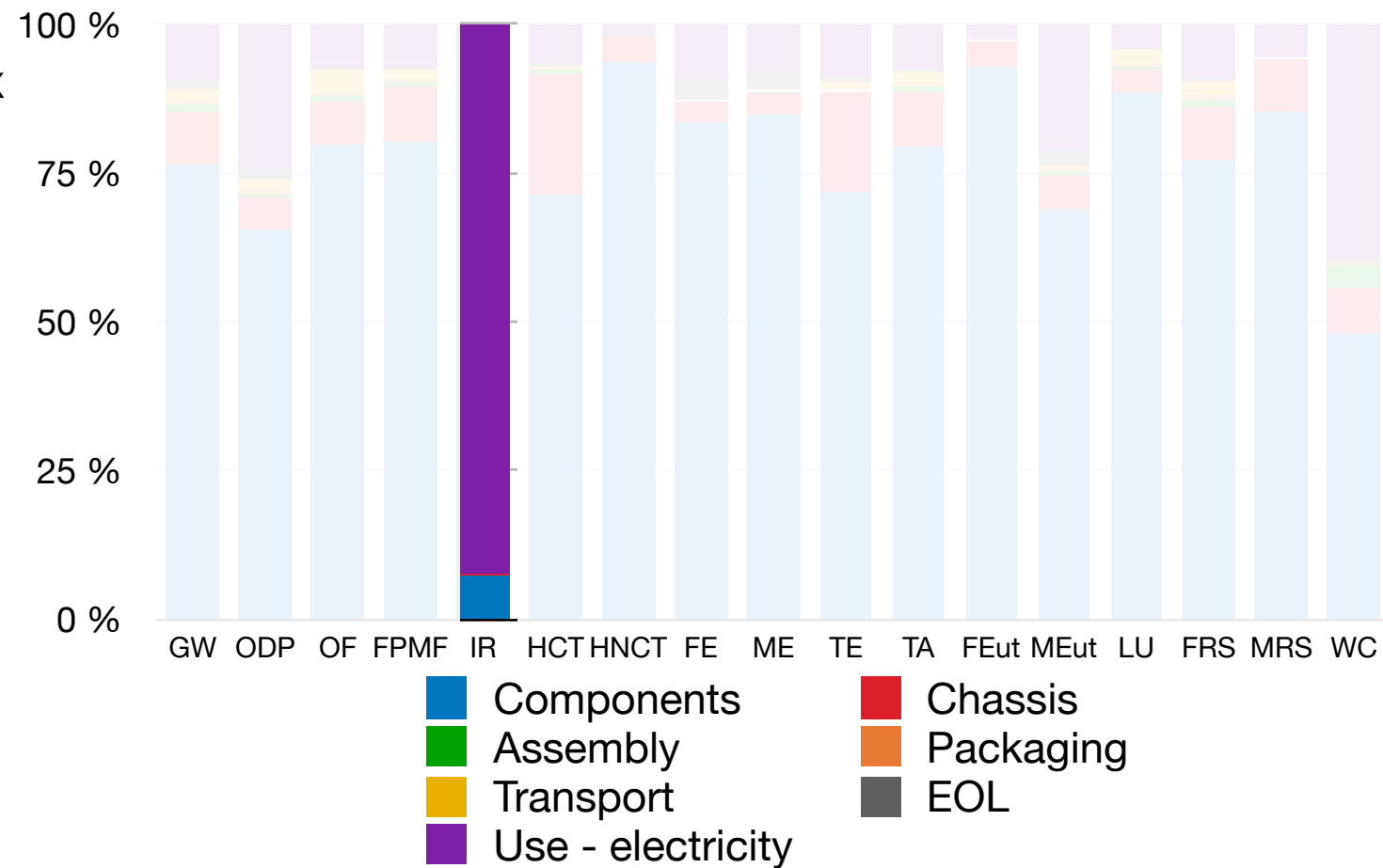
Exemple : quelques explications

Radiations ionisantes

Ionizing radiation

Importantes dans la phase d'usage à cause du mix électrique français (~70%)

Contribution analysis of 1 desktop computer
(ReCiPe2016 Midpoint H)



Source:

[1] <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/actualites/actualisation-ademe-impact/>

Exemple : quelques explications

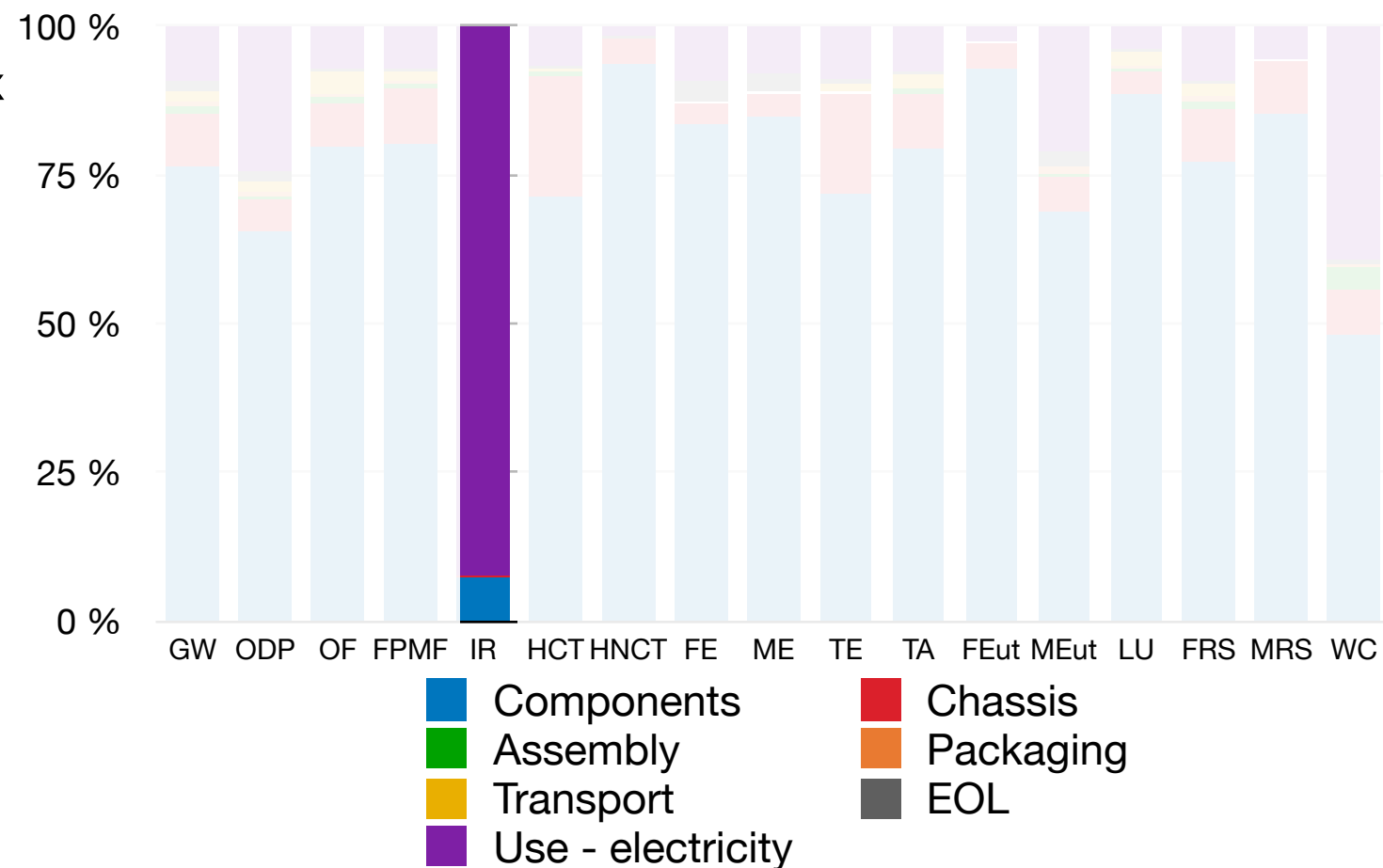
Radiations ionisantes

Ionizing radiation

Importantes dans la phase d'usage à cause du mix électrique français (~70%)

Plus généralement sur l'électricité, le numérique représente :
~11% de la consommation électrique nationale

Contribution analysis of 1 desktop computer
(ReCiPe2016 Midpoint H)

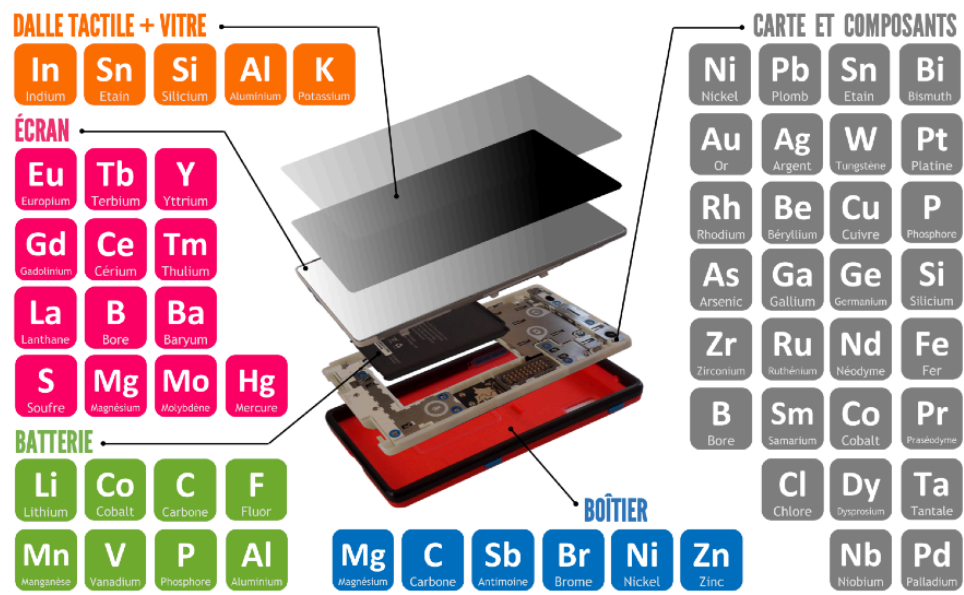


Source:

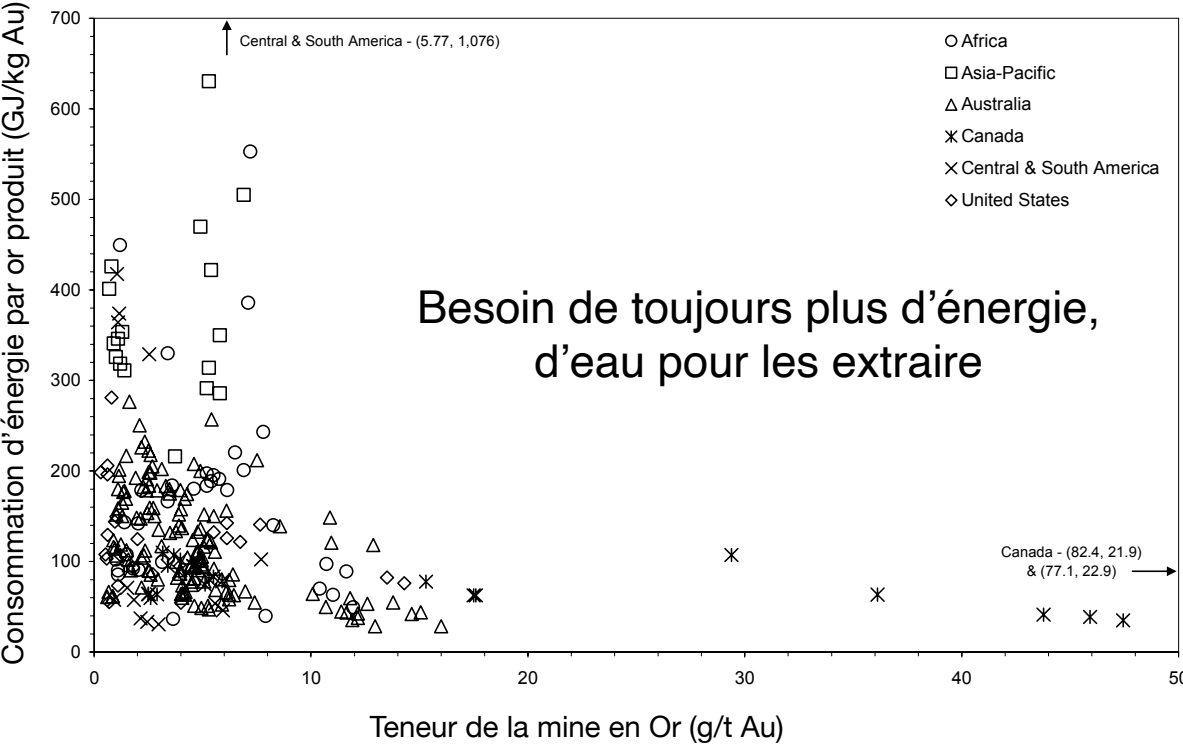
[1] <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/actualites/actualisation-ademe-impact/>

Exemple : quelques explications

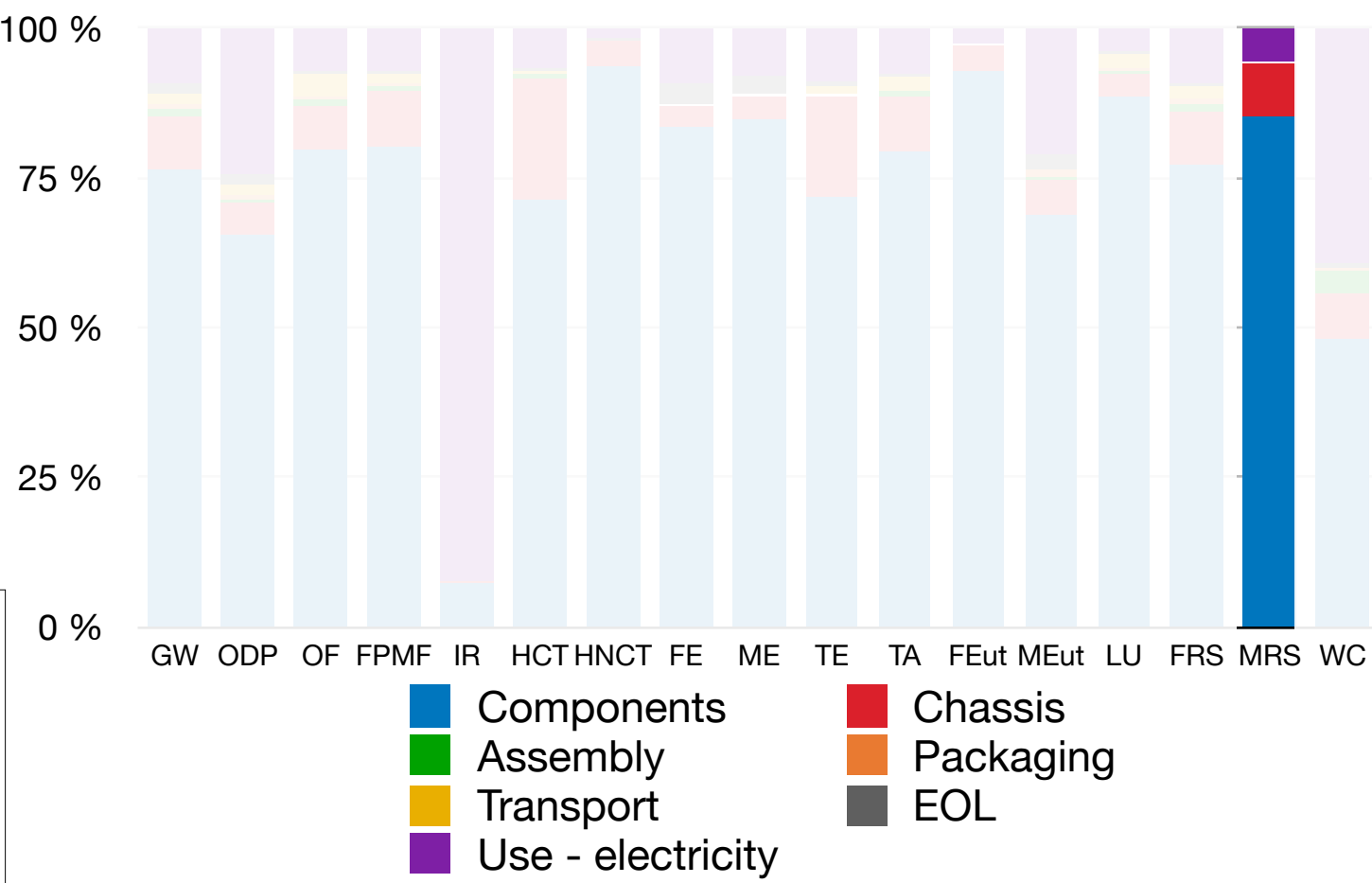
Rareté des ressources minérales *Mineral resource scarcity*



Source : Ingénieurs sans frontières



Contribution analysis of 1 desktop computer (ReCiPe2016 Midpoint H)



E-waste and raw material, EIT, UE, 2019
Resource consumption intensity and the sustainability of gold mining, Mudd, 2007, Proc ICSES

Exemple : quelques explications

Écotoxicité terrestre, d'eau douce et marine
Terrestrial, freshwater and marine ecotoxicity

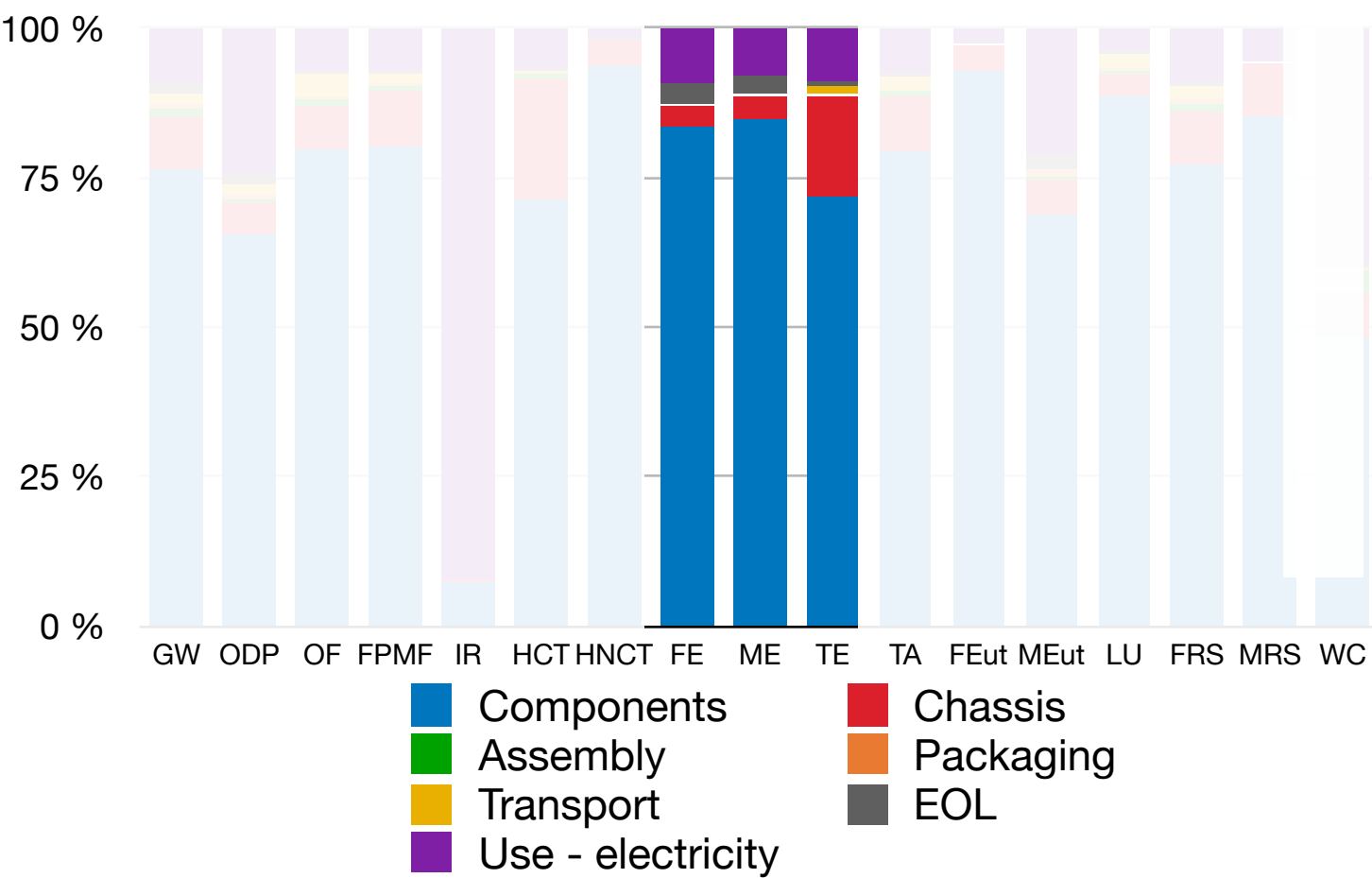


Mine de cuivre en Serbie



DEEE: 27% recyclé avec un taux de collecte de 45%
 ex. Smartphone : 16 % (3 % si on inclut la collecte)

Contribution analysis of 1 desktop computer
 (ReCiPe2016 Midpoint H)



Ce que l'ACV ne peut pas faire ...

Premier principe fondamental de la norme NF EN ISO 14040 relative à l'ACV :

Intérêt environnemental : L'ACV n'a pas le rôle et ne peut considérer des aspects et des impacts *économiques* et/ou *sociaux*.

Mais ces impacts ne peuvent pas être négligés et doivent aussi alimenter la réflexion (surtout chez les acteurs et actrices du monde numérique) ...

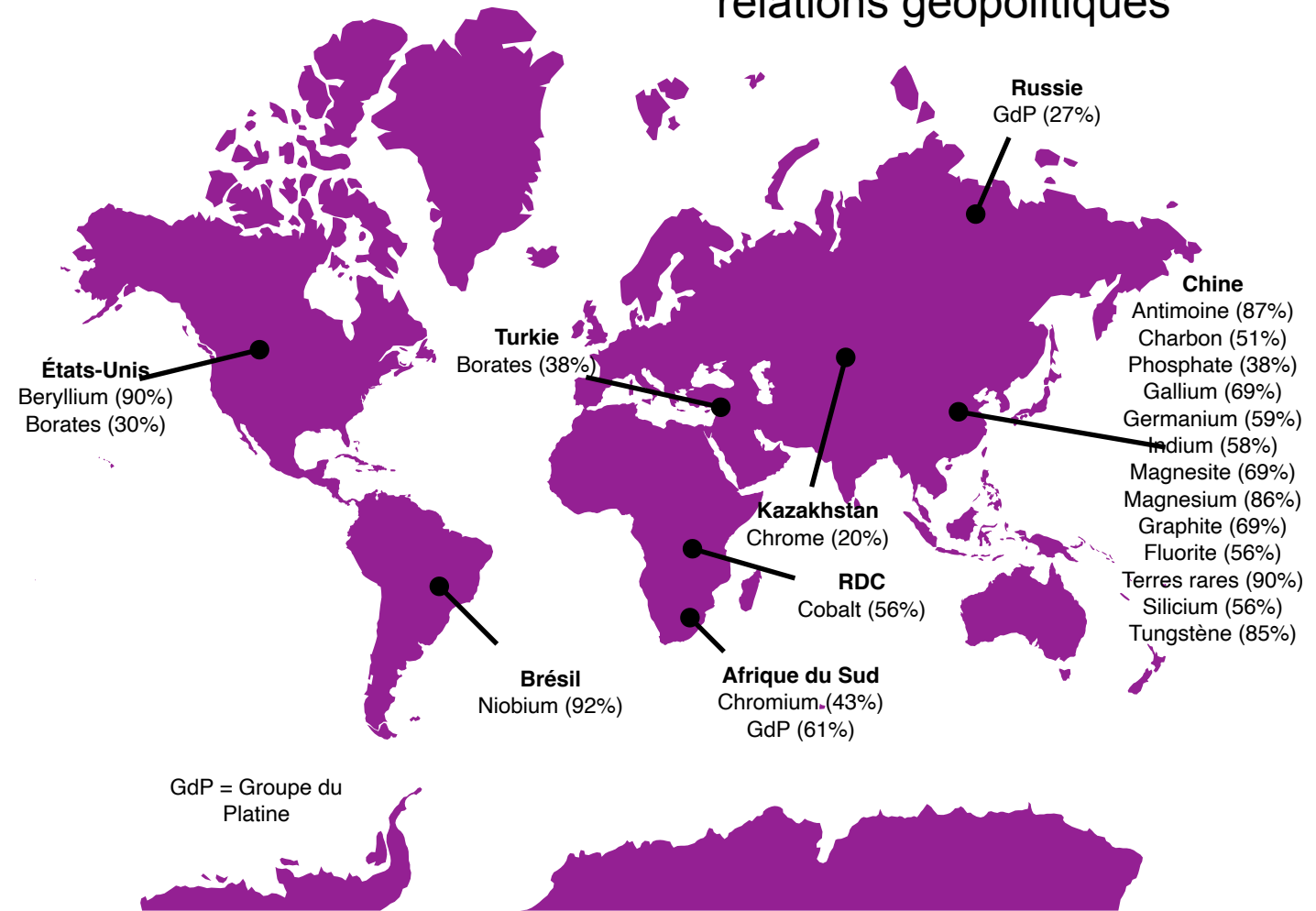
Problèmes éthiques et géopolitiques



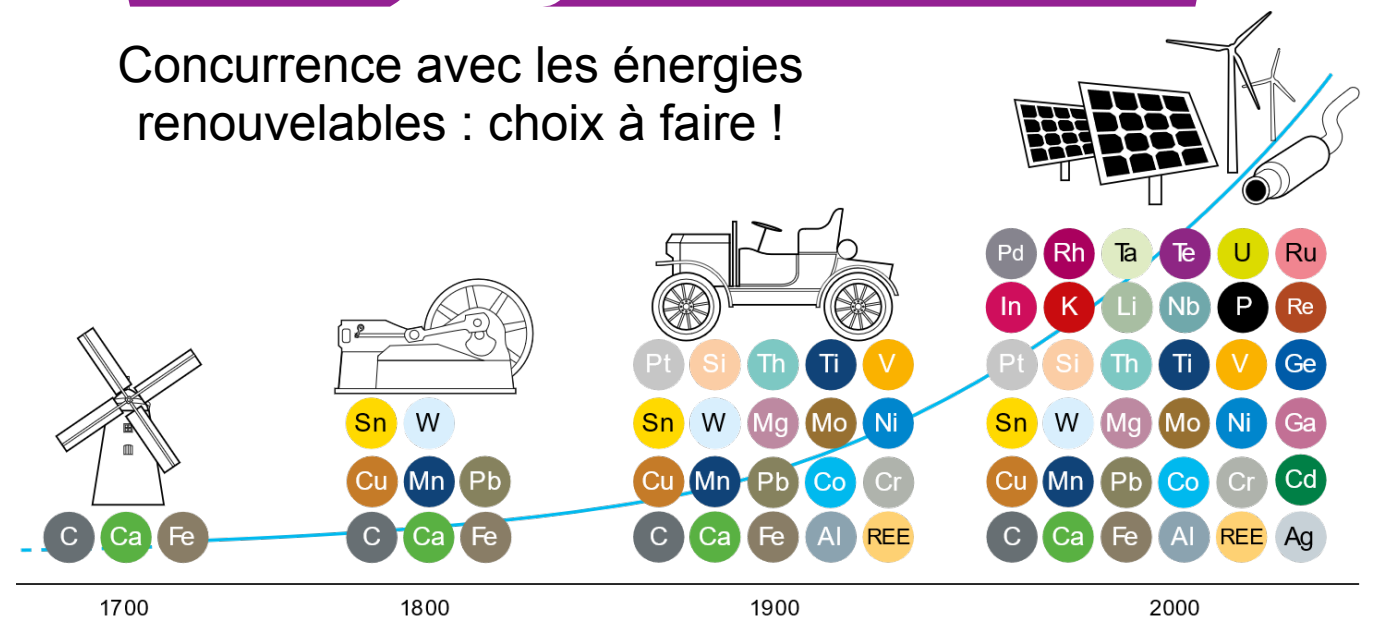
Travail des enfants dans les mines, Conflits armés,
Appropriation des terres, Conflits d'accès à l'eau

Sources :
E. Feferberg, AFP
Carte de la production des « terres rares », les métaux précieux utilisés
dans la fabrication des smartphones – Mémo de la Commission
Européenne 2016
V. Zepf, 2014

Accès aux minerais impacte les
relations géopolitiques



Concurrence avec les énergies
renouvelables : choix à faire !



Quelques questions sociétales

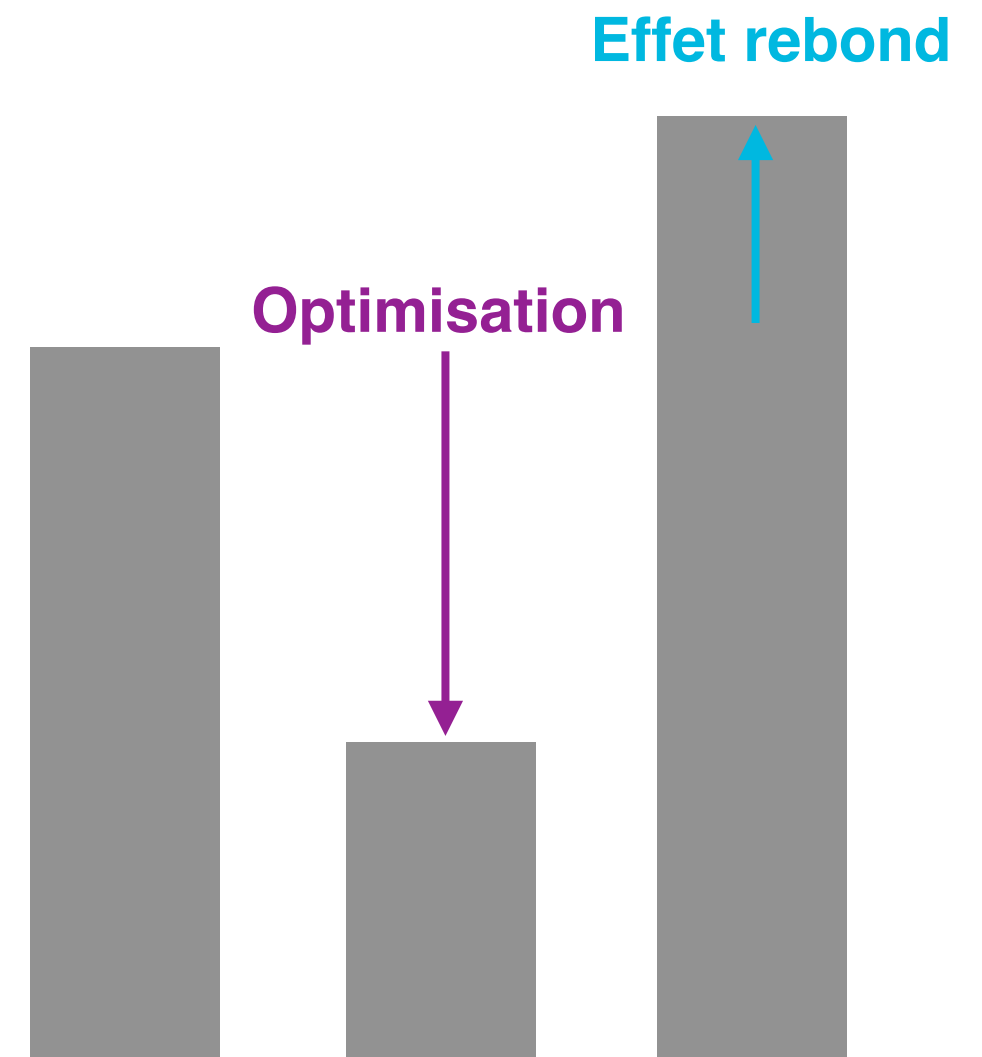
Liste non exhaustive pour démarrer la discussion :

- Fracture numérique : dépendance et complexité
- Obsolescence programmée, progiciels ...
- Impact des outils conversationnels sur notre société (capacité à apprendre, dépendance affective ...)
- Impacts sur la santé
- Du numérique : mais pour faire quoi ?
Nouveaux usages et ***effets rebonds***

Effets rebonds

Paradoxe de Jevons : augmentation de l'efficacité d'utilisation d'une ressource se traduit souvent par une augmentation de la dite ressource

Des exemples d'effets rebonds ?



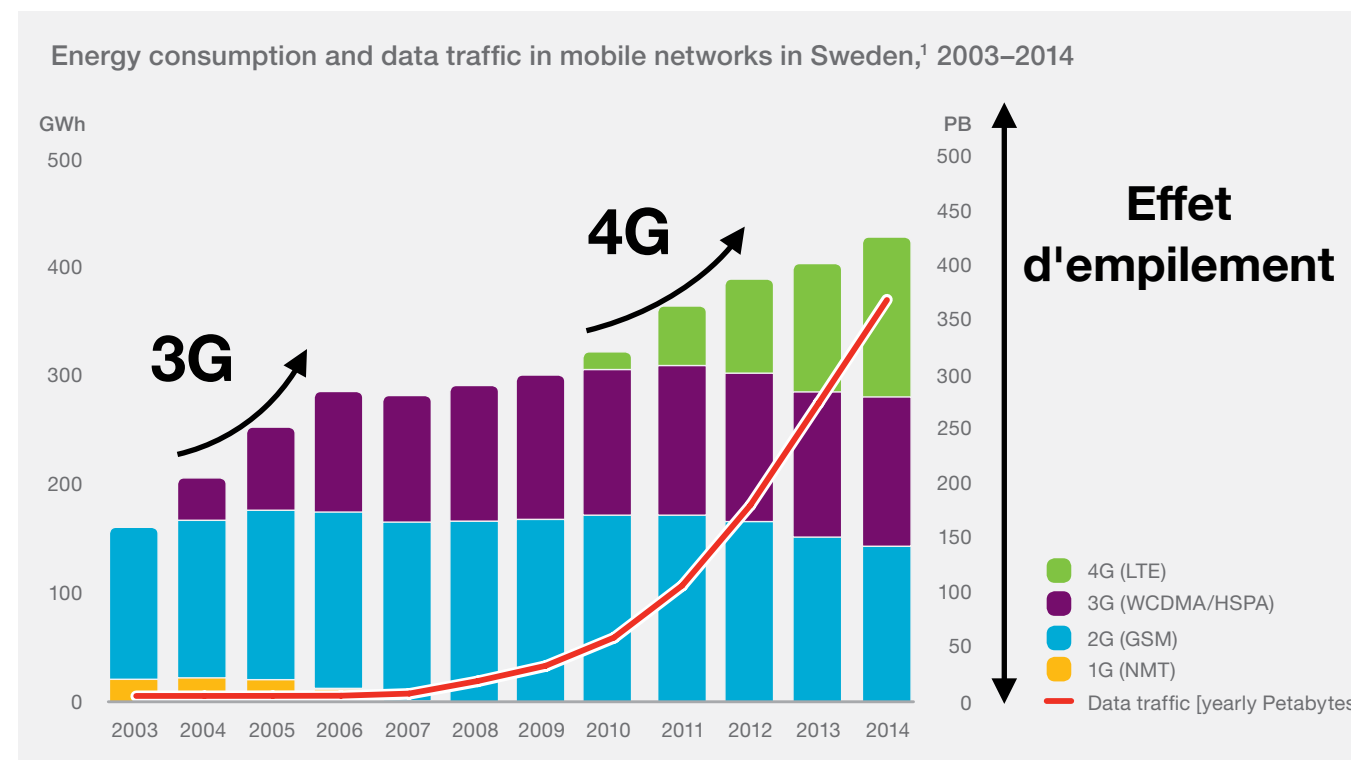
Effets rebonds : exemple de la 5G

Comprendre les impacts de l'usage des réseaux :

- L'impact n'est pas directement lié aux Go transférés ...
- Car:
 - L'augmentation du trafic (en Go) implique augmentation de l'infrastructure (plus de data center, plus de câbles plus de routeurs, routeurs plus puissants)
 - Les impacts sont majoritairement liés à la fabrication des équipements (CO₂, ressources, pollutions etc ...)

Exemple sur la
4G de l'effet
d'empilement

Source : Ericsson Mobility Report,
novembre 2015



Effets rebonds : exemple de la 5G

bouygues TELECOM

Forfait, téléphones, fibre...

ASSISTANCE NOS BOUTIQUES

Téléphones Forfaits mobile Box internet Box + écran TV Box + mobile Promos Nous découvrir 5G Particulier

Nous vous annonçons la naissance de notre grand réseau 5G

Voir le film

La 5G par Bouygues Telecom

Les derniers smartphones 5G

Découvrez dès à présent une sélection de [smartphones compatibles 5G](#) chez Bouygues Telecom.

Apple iPhone 12

DAS

- Un nouveau double appareil photo.
- Un magnifique écran Super Retina XDR, pour ne pas passer à côté du moindre détail.
- La puce A14 Bionic, la plus rapide sur smartphone.

Voir l'iPhone 12

Oppo Reno4 Pro 5G

DAS

- Ecran incurvé 90Hz ultra fluide
- Triple caméra professionnelle
- Charge rapide SuperVOOC 65W : 60% de recharge en 15 min seulement et la recharge complète en 36 min.

Voir le Reno4 Pro 5G

Xiaomi Mi 10T Pro

DAS

- Triple caméra ultra haute résolution de 64MP
- Ecran ultra fluide jusqu'à 144Hz
- Batterie 5000mAh, charge rapide 33W

Voir le Mi 10T Pro

5G FREE

LE PLUS GRAND RÉSEAU 5G EN FRANCE

en nombre de sites*

5G free

* En nombre de sites 5G en service : 9 574 sites 700 MHz/3,5 GHz (dont 1 136 sites 3,5 GHz) en France métropolitaine au 31/05/21. Voir observatoire du déploiement 5G ARCEP du 17 juin 2021, consultable sur arcep.fr.

Free lance aujourd'hui le plus grand réseau mobile 5G en France en nombre de sites*, et inclut la 5G dans son Forfait Free pour le même prix et toujours sans engagement.

	50€ REMBOURSÉS SUR DEMANDE	30€ REMBOURSÉS SUR DEMANDE	NOUVEAUTÉ
Xiaomi Redmi Note 10 5G Free Flex	Motorola Moto G50 5G Free Flex	Oppo A54 5G Free Flex	Samsung Galaxy A22 5G Free Flex
35€ puis 6€ 99 /mois sur 24 mois	1€ puis 6€ 99 /mois sur 24 mois après remise	31€ puis 6€ 99 /mois sur 24 mois après remise	61€ puis 6€ 99 /mois sur 24 mois
Prix complet : 229€	Prix complet : 249€	Prix complet : 259€	Prix complet : 259€

SFR **SFR PRO** Offre internet Offre mobile Internet + mobile TV

5G TRIO GAGNANT DE L'ÉTÉ

JUSQU'AU 16/08, POUR L'ACHAT D'UN PACK TÉLÉPHONE 5G + FORFAIT 5G

ENCEINTE BLUETOOTH ALTICE 2 EN 1

100% REMBOURSÉE

J'EN PROFITE

Engagement 12 ou 24 mois | Voir conditions

Et alors on fait quoi ?

[FABRICATION]

- Limiter le nombre ***
- Les garder longtemps ***
- Les réparer ***



*** Actions à très fort impact

Et alors on fait quoi ?

[UTILISATION] NAVIGATION

Explosion de l'utilisation des outils conversationnels.

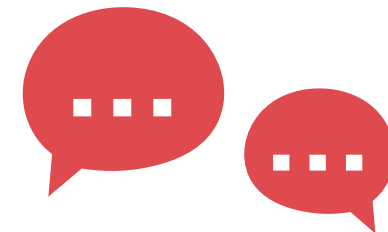
Google principalement utilisé pour se rendre sur un site et non pour effectuer une recherche.

- Limiter son utilisation de ChatGPT et ses copains ***
- Limiter ses recherches ***
- Utiliser les favoris ***



[UTILISATION] MAILS ET MESSAGES

- Envoyer moins
- Limiter les **pièces jointes**
- Limiter les envois groupés
- Ne sauvegarder que l'essentiel

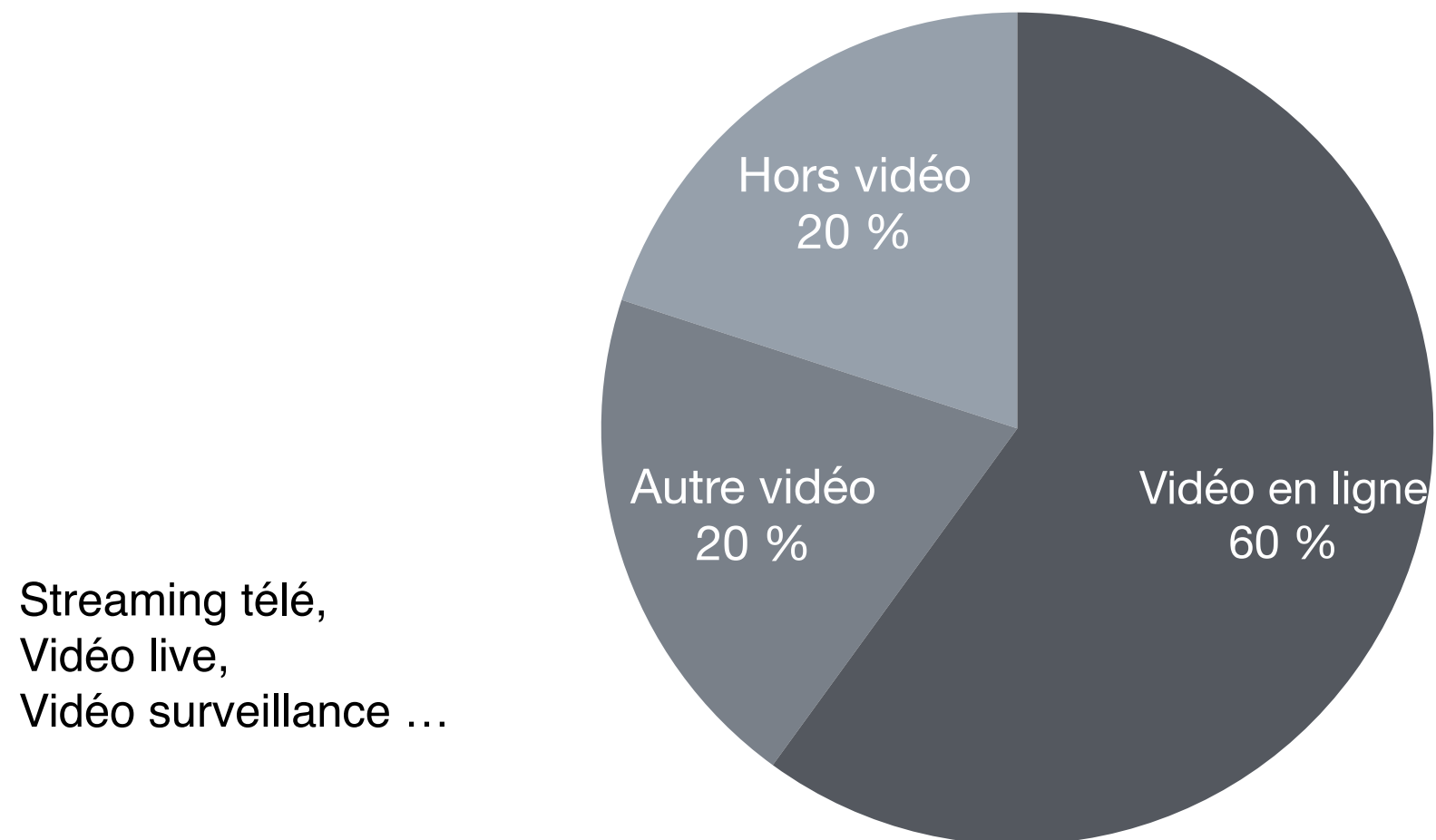


*** Actions à très fort impact

Et alors on fait quoi ?

[UTILISATION] VIDÉOS

- Limiter le streaming ***
- Diminuer la qualité des vidéos ***



Répartition des flux de données en ligne entre les différents usages en 2018 dans le monde.
Rapport du Shift Project 2019.

*** Actions à très fort impact

Et alors on fait quoi ?

[FIN DE VIE] MATÉRIEL

- Réparer ***
- Revendre si fonctionnel / réparable :
<https://encheres-domaine.gouv.fr>
<https://www.dons.encheres-domaine.gouv.fr> ***
- Bien choisir sa filière de recyclage : par exemple **ÉCOMICRO*****



Pollution électronique aux abords d'une rivière
du Ghana en Afrique



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

*** Actions à très fort impact

Et dans la programmation ? Exemple sur l'analyse de données.

- L'intelligence Artificielle est basée sur l'**analyse de données**.
- Champs d'applications **très** variés : vente ; recrutement ; militaire ; justice ; banque ; médecine (génétique) ...
- Les aspects sociaux et sociétaux sont très importants :
 - **Confidentialité** des données
 - **Contenu** des données :
 - Compas (justice américaine)
 - Tay (adolescente sur Twitter)
 - **Et pour faire quoi ?**
 - Chat GPT ? ...

Et dans la programmation : exemple sur l'IA

- Les aspects environnementaux sont aussi très importants :
 - Impact de la **fabrication** à travers par exemple les serveurs de données ou de calcul
[Mutualiser, Questionner les achats]

Source: Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. arXiv preprint arXiv:1906.02243. *Cité 1830 fois (14 janvier 2022).*

Et dans la programmation : exemple sur l'IA

- Les aspects environnementaux sont aussi très importants :
 - Impact de la **fabrication** à travers par exemple les serveurs de données ou de calcul
[Mutualiser, Questionner les achats]
 - Consommation d'énergie très importante

Source: Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. arXiv preprint arXiv:1906.02243. *Cité 1830 fois (14 janvier 2022).*

Et dans la programmation : exemple sur l'IA

- Les aspects environnementaux sont aussi très importants :
 - Impact de la **fabrication** à travers par exemple les serveurs de données ou de calcul
[Mutualiser, Questionner les achats]
 - Consommation d'énergie très importante

Importance du mix électrique

Consumer	Renew.	Gas	Coal	Nuc.
China	22%	3%	65%	4%
Germany	40%	7%	38%	13%
United States	17%	35%	27%	19%
Amazon-AWS	17%	24%	30%	26%
Google	56%	14%	15%	10%
Microsoft	32%	23%	31%	10%

Table 2: Percent energy sourced from: Renewable (e.g. hydro, solar, wind), natural gas, coal and nuclear for the top 3 cloud compute providers ([Cook et al., 2017](#)), compared to the United States,⁴ China⁵ and Germany ([Burger, 2019](#)).

Source: Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. arXiv preprint arXiv:1906.02243. *Cité 1830 fois (14 janvier 2022)*.

Et dans la programmation : exemple sur l'IA

- Les aspects environnementaux sont aussi très importants :
 - Impact de la **fabrication** à travers par exemple les serveurs de données ou de calcul
[Mutualiser, Questionner les achats]
 - Consommation d'énergie très importante

Importance du choix de l'algo

Model	Hardware	Power (W)	Hours	kWh·PUE	CO ₂ e	Cloud compute cost
Transformer _{base}	P100x8	1415.78	12	27	26	\$41–\$140
Transformer _{big}	P100x8	1515.43	84	201	192	\$289–\$981
ELMo	P100x3	517.66	336	275	262	\$433–\$1472
BERT _{base}	V100x64	12,041.51	79	1507	1438	\$3751–\$12,571
BERT _{base}	TPUv2x16	—	96	—	—	\$2074–\$6912
NAS	P100x8	1515.43	274,120	656,347	626,155	\$942,973–\$3,201,722
NAS	TPUv2x1	—	32,623	—	—	\$44,055–\$146,848
GPT-2	TPUv3x32	—	168	—	—	\$12,902–\$43,008

Table 3: Estimated cost of training a model in terms of CO₂ emissions (lbs) and cloud compute cost (USD).⁷ Power and carbon footprint are omitted for TPUs due to lack of public information on power draw for this hardware.

Importance du mix électrique

Consumer	Renew.	Gas	Coal	Nuc.
China	22%	3%	65%	4%
Germany	40%	7%	38%	13%
United States	17%	35%	27%	19%
Amazon-AWS	17%	24%	30%	26%
Google	56%	14%	15%	10%
Microsoft	32%	23%	31%	10%

Table 2: Percent energy sourced from: Renewable (e.g. hydro, solar, wind), natural gas, coal and nuclear for the top 3 cloud compute providers ([Cook et al., 2017](#)), compared to the United States,⁴ China⁵ and Germany ([Burger, 2019](#)).

Source: Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. arXiv preprint arXiv:1906.02243. *Cité 1830 fois (14 janvier 2022)*.

Et dans la programmation : exemple sur l'IA

- Les aspects environnementaux sont aussi très importants :
 - Impact de la **fabrication** à travers par exemple les serveurs de données ou de calcul
[Mutualiser, Questionner les achats]
 - Consommation d'énergie très importante

Importance du choix de l'algo

Model	Hardware	Power (W)	Hours	kWh·PUE	CO ₂ e	Cloud compute cost
Transformer _{base}	P100x8	1415.78	12	27	26	\$41–\$140
Transformer _{big}	P100x8	1515.43	84	201	192	\$289–\$981
ELMo	P100x3	517.66	336	275	262	\$433–\$1472
BERT _{base}	V100x64	12,041.51	79	1507	1438	\$3751–\$12,571
BERT _{base}	TPUv2x16	—	96	—	—	\$2074–\$6912
NAS	P100x8	1515.43	274,120	656,347	626,155	\$942,973–\$3,201,722
NAS	TPUv2x1	—	32,623	—	—	\$44,055–\$146,848
GPT-2	TPUv3x32	—	168	—	—	\$12,902–\$43,008

Table 3: Estimated cost of training a model in terms of CO₂ emissions (lbs) and cloud compute cost (USD).⁷ Power and carbon footprint are omitted for TPUs due to lack of public information on power draw for this hardware.

Importance du mix électrique

Consumer	Renew.	Gas	Coal	Nuc.
China	22%	3%	65%	4%
Germany	40%	7%	38%	13%
United States	17%	35%	27%	19%
Amazon-AWS	17%	24%	30%	26%
Google	56%	14%	15%	10%
Microsoft	32%	23%	31%	10%

Table 2: Percent energy sourced from: Renewable (e.g. hydro, solar, wind), natural gas, coal and nuclear for the top 3 cloud compute providers (Cook et al., 2017), compared to the United States,⁴ China⁵ and Germany (Burger, 2019).

Réflexion avant de lancer un calcul

Models	Hours	Estimated cost (USD)	
		Cloud compute	Electricity
1	120	\$52–\$175	\$5
24	2880	\$1238–\$4205	\$118
4789	239,942	\$103k–\$350k	\$9870

Table 4: Estimated cost in terms of cloud compute and electricity for training: (1) a single model (2) a single tune and (3) all models trained during R&D.

Source: Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. arXiv preprint arXiv:1906.02243. *Cité 1830 fois (14 janvier 2022).*

Greenwashing ? ...

Procédé de marketing ou de relations publiques utilisé par une organisation (entreprise, administration publique nationale ou territoriale, etc.) pour se donner une image trompeuse de responsabilité écologique.

- Quelques causes du Greenwashing :
 - un marketing excessif,

Questionner le système ?

Greenwashing ? ...

Procédé de marketing ou de relations publiques utilisé par une organisation (entreprise, administration publique nationale ou territoriale, etc.) pour se donner une image trompeuse de responsabilité écologique.

- Quelques causes du Greenwashing :

- un marketing excessif,

Questionner le système ?

- un excès d'enthousiasme,

Problème systémique : attention aux idées simplistes

Greenwashing ? ...

Procédé de marketing ou de relations publiques utilisé par une organisation (entreprise, administration publique nationale ou territoriale, etc.) pour se donner une image trompeuse de responsabilité écologique.

- Quelques causes du Greenwashing :

- un marketing excessif,

Questionner le système ?

- un excès d'enthousiasme,

Problème systémique : attention aux idées simplistes

- ou tout simplement une mauvaise compréhension des sujets environnementaux.

Fondamental d'intégrer ces sujets dans les formations et de se former au sein des collectivités et des entreprises

Conclusion

Constat Environnemental :

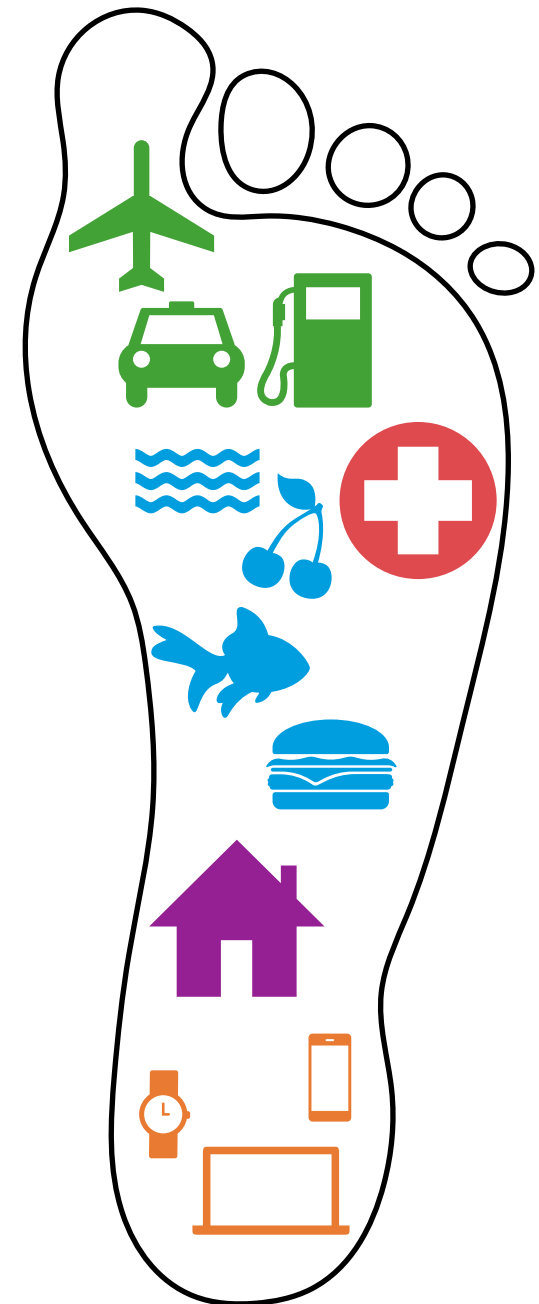
- Dérèglement climatique, effondrement de la biodiversité, épuisement des ressources...
- L'Analyse de Cycle de Vie permet de quantifier les impacts d'un usage selon différents critères
- Le CO2 (impact climatique) est l'un d'entre eux, très urgent

Constat : impact du numérique

- Le numérique représente plus de la moitié de l'empreinte carbone individuelle visée à l'horizon 2050
- Le numérique a des impacts environnementaux divers
- Le numérique pose des questionnements sociétaux, de santé, éthiques, géopolitiques

Dans le monde professionnel

- Il est fondamental aujourd'hui de se responsabiliser ...
- ... en se questionnant, en s'informant et en participant activement à la transition ...



Merci pour votre attention !