



**HAL**  
open science

## Impacts environnementaux du numérique

David Benaben

► **To cite this version:**

David Benaben. Impacts environnementaux du numérique. JOBIM 2022, Jul 2022, Rennes, France. , 2022. <hal-03703042>

**HAL Id: hal-03703042**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03703042v1>**

Submitted on 29 Jun 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-SA 4.0 - Attribution - ShareAlike - International License

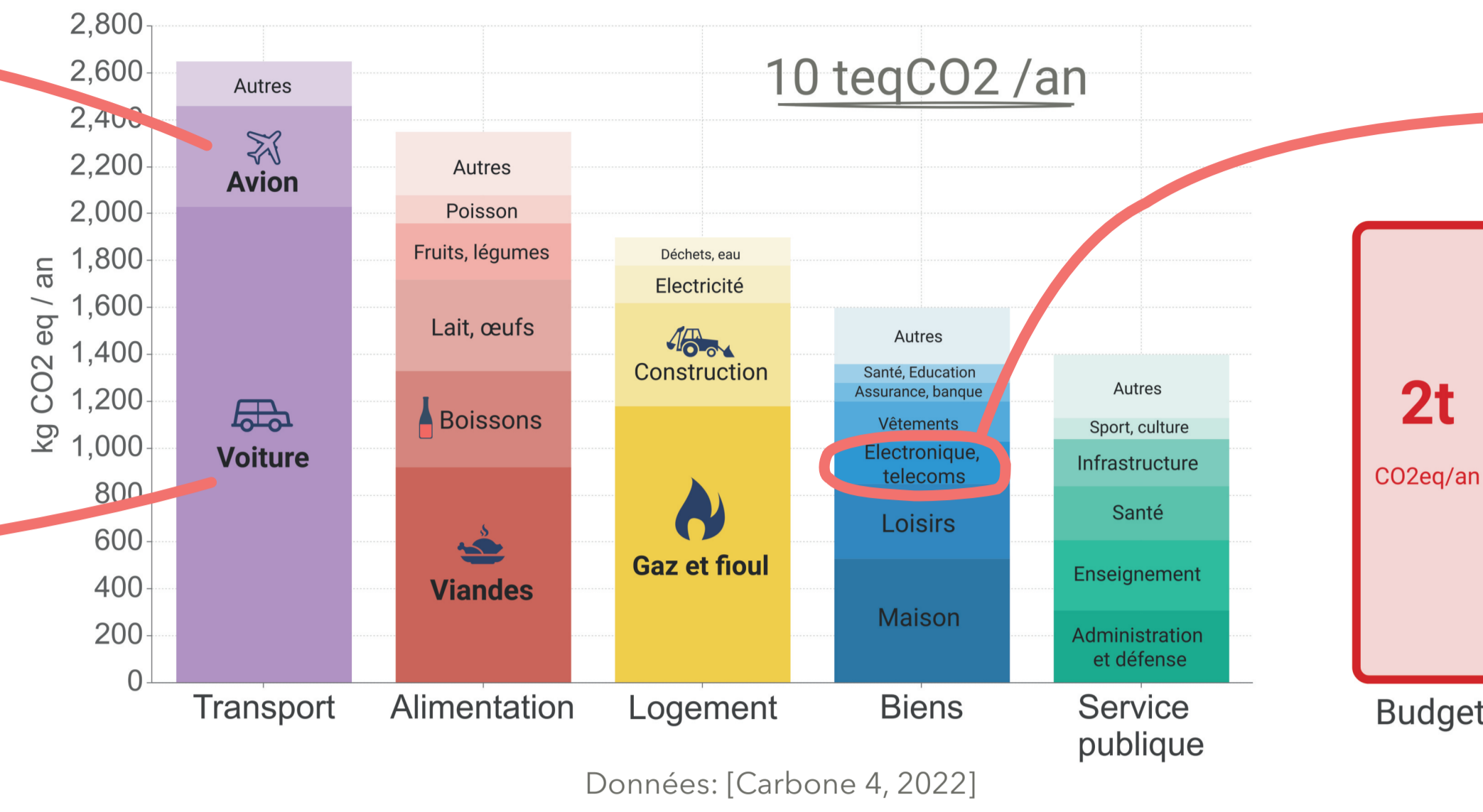
# Impacts environnementaux du numérique

## Empreinte carbone des Français *Bioinformaticiens ?*

Les déplacements professionnels en avion (congrès, séminaires, etc) représentent souvent une part importante de l'impact carbone des laboratoires. Des chercheurs et des institutions s'engagent à ne pas ou moins voler ([No fly climate sci], [Labos 1point5])

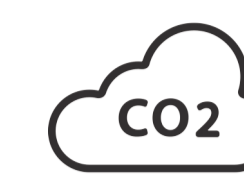


Les déplacements domicile-travail en voiture représentent une grande part de l'impact carbone des laboratoires



Données: [Carbone 4, 2022]

## Le numérique



Entre 2% et 4% des émissions mondiales de gaz à effet de serre [Freitag, 2021]  
Émission comparable au secteur de l'aviation civile [Lee et al., 2021]

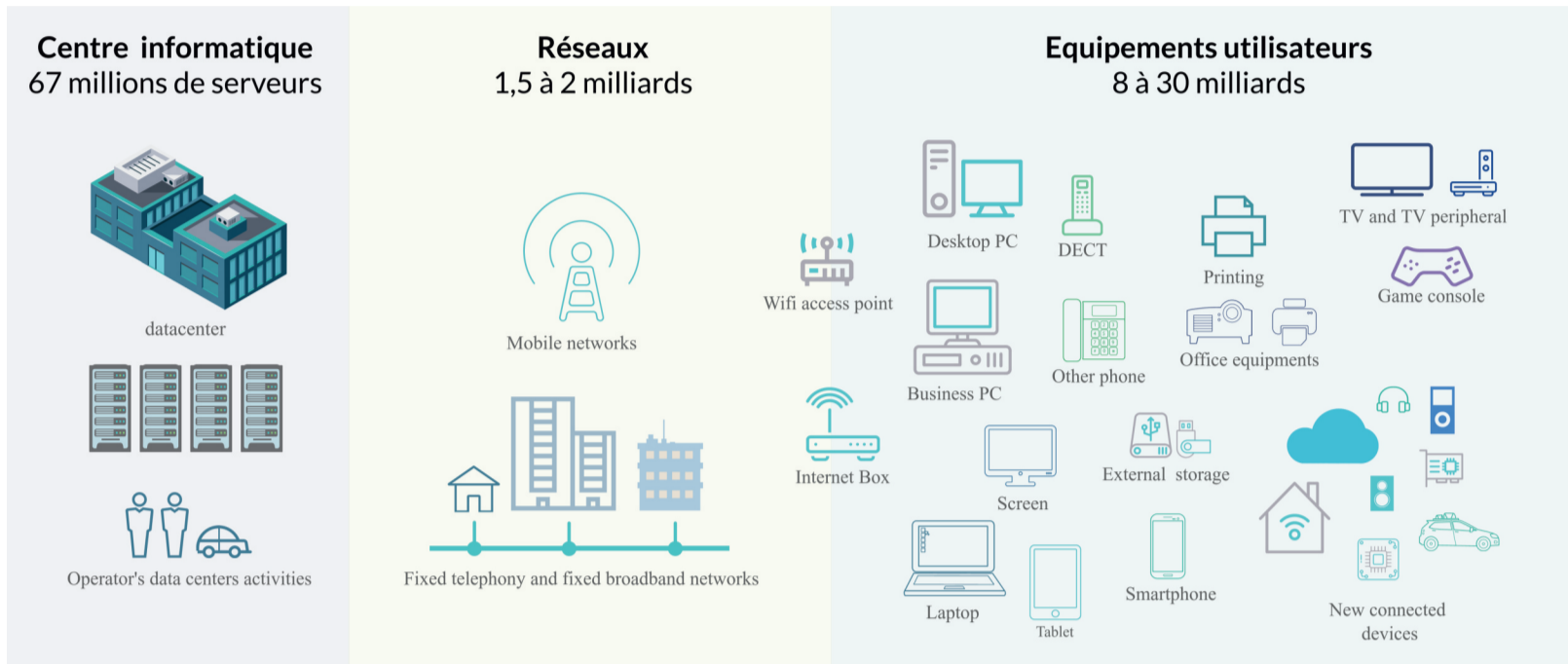


Projections **en croissance** [Freitag, 2021] poussé par l'augmentation du nombre d'équipements [Cisco, 2020] (« IoT » notamment), le nombre d'utilisateurs [ITU, 2021] et l'augmentation de nos usages (temps d'usage [Hazas et al., 2016], vidéo 4K [Sandvine, 2019], etc)



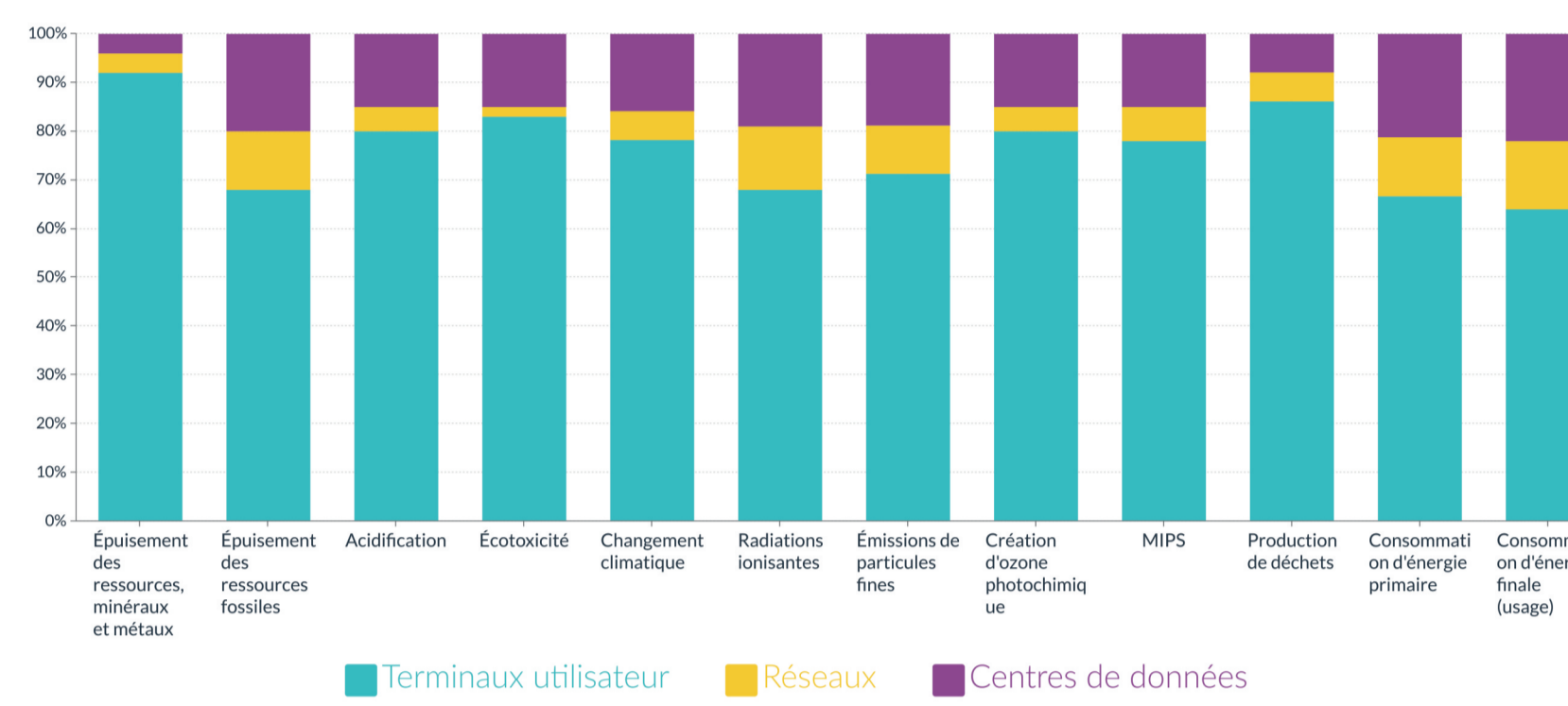
Avec des **effets rebonds** et des effets indirects. Des économies peuvent être partiellement ou complètement compensées (i.e. des traitements plus rapides peuvent permettre de faire des tâches plus complexes, plus nombreuses, et finalement augmenter les impacts)

## Le numérique ?



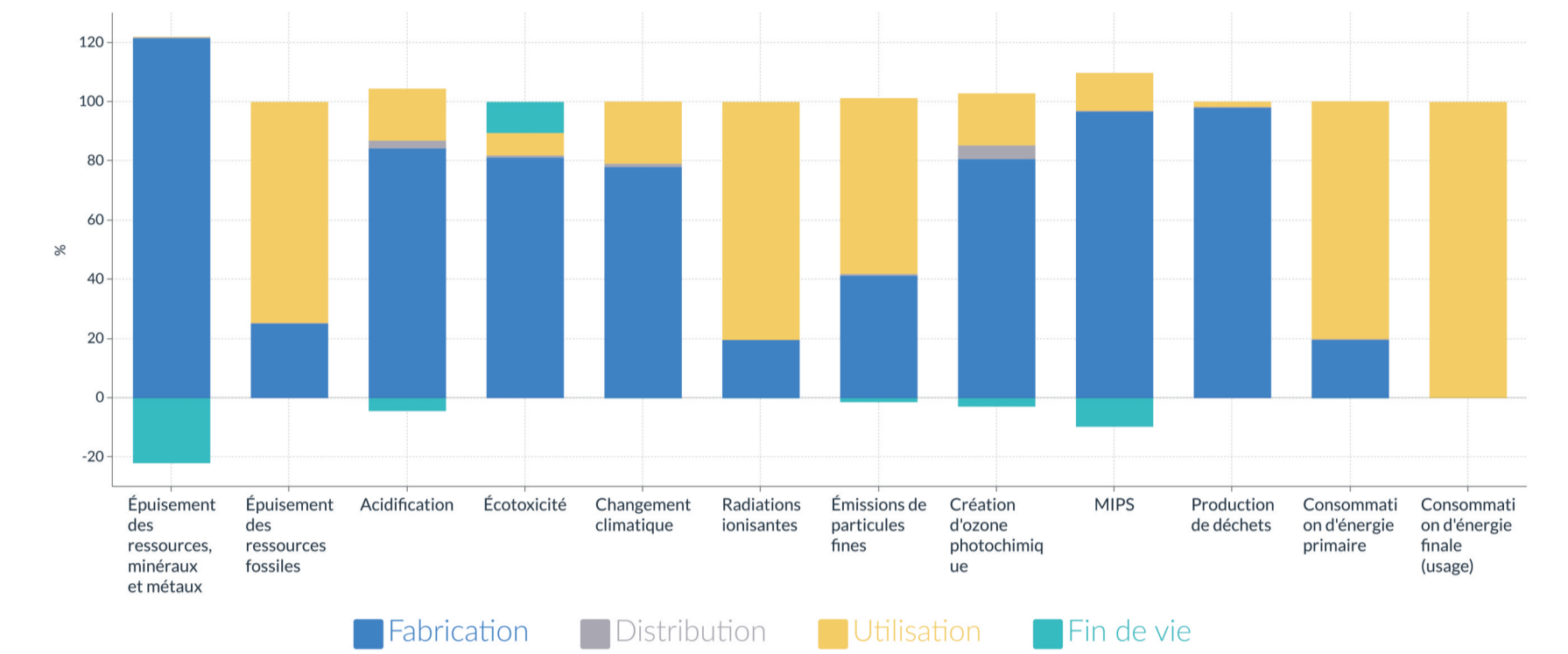
11 à 15 appareils en moyenne par utilisateur en France (8 en moyenne dans le monde) [ADEME, 2022]

## France, décomposition des impacts par tier

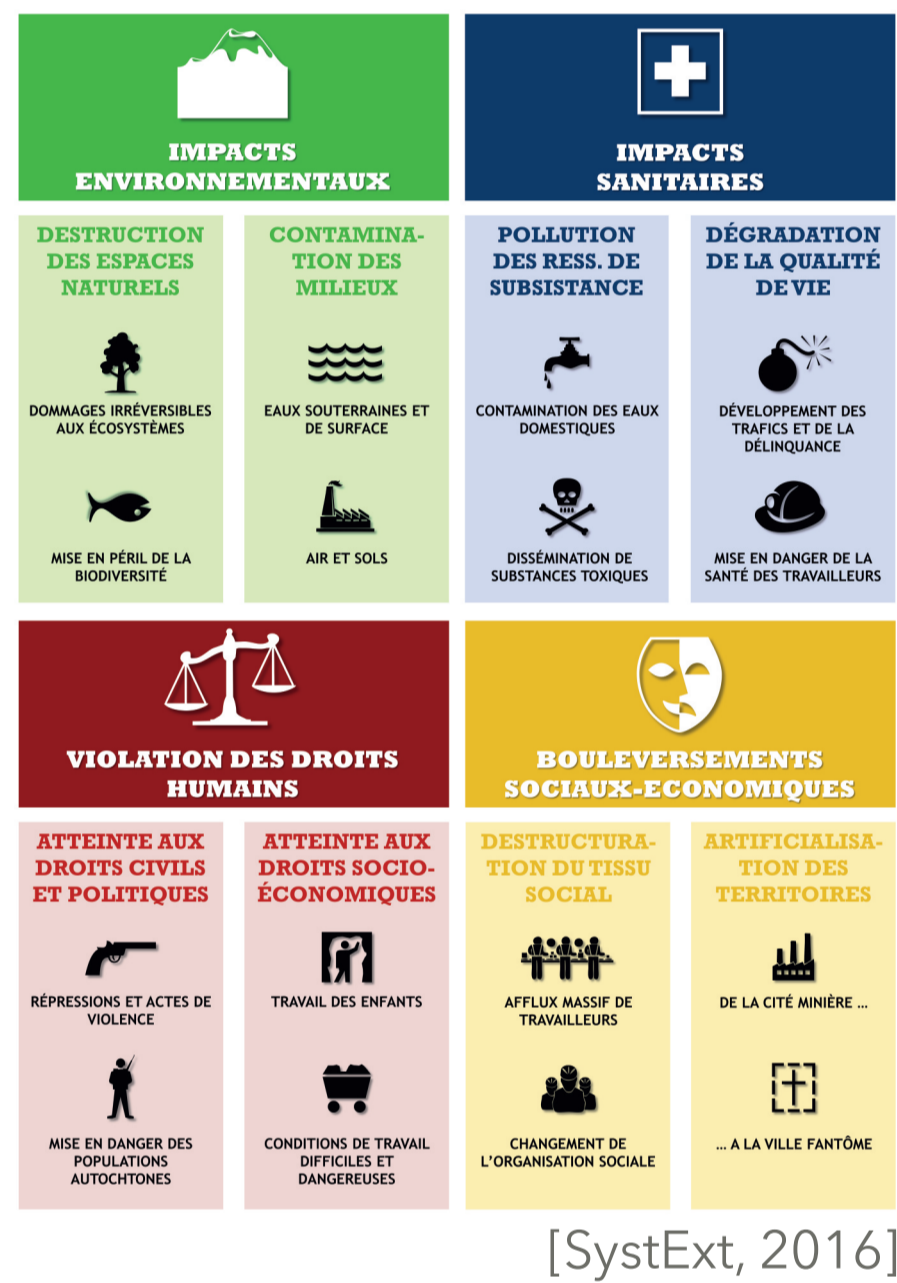


Part importante des **équipements utilisateurs** (terminaux) [ADEME, 2022]  
Au niveau mondiale, cette répartition est plus discuté [Freitag, 2021]

## France, décomposition par phase du cycle de vie



Phase d'usage et de fabrication les plus contributrices [ADEME, 2022]



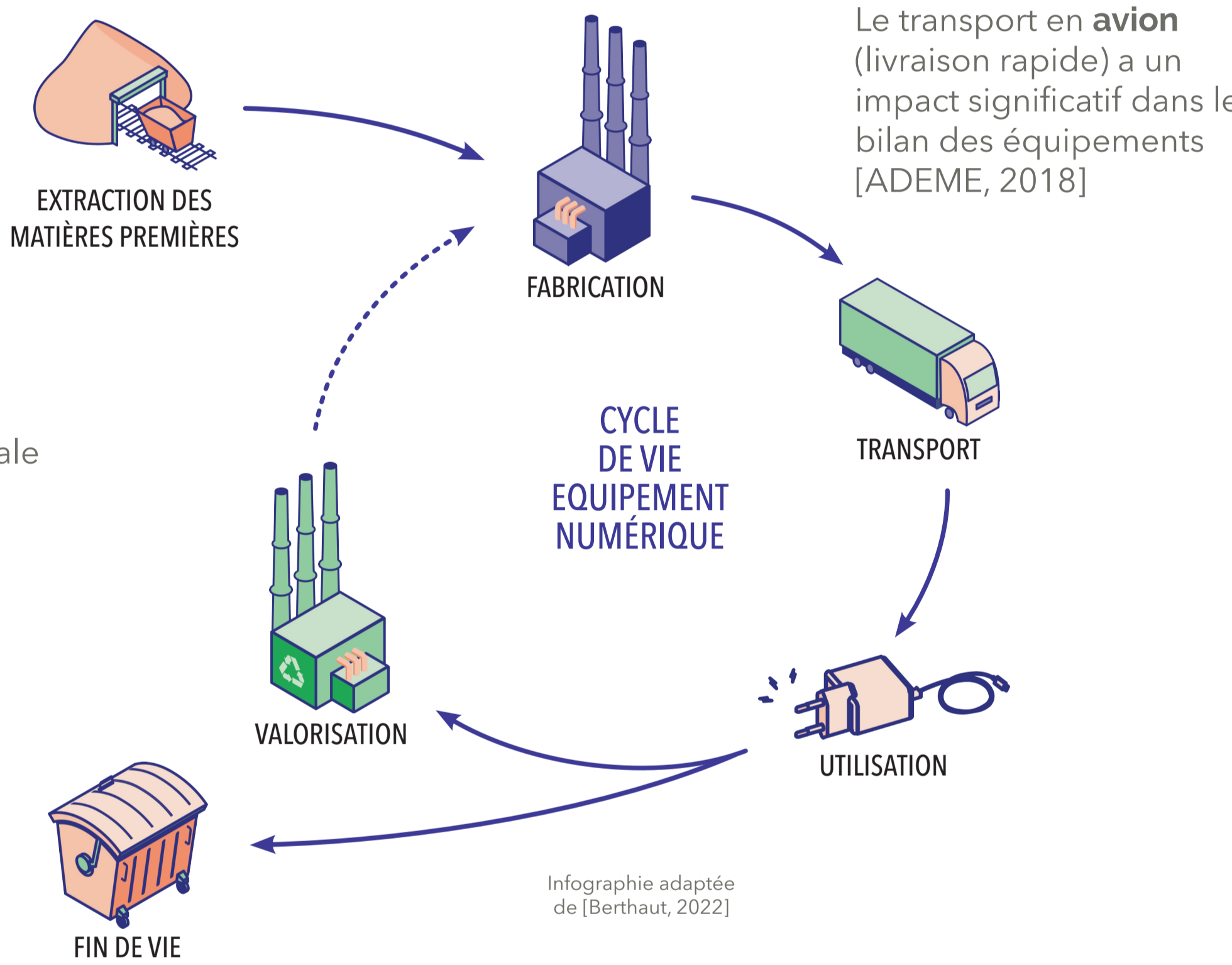
[SystExt, 2016]

La phase d'extraction des matières premières est assez largement la phase la plus contributive [ADEME, 2018]

[France Stratégie, 2020]

- Haussse des volumes (croissance démographique, demande, etc)
- 10% de l'énergie primaire mondiale (et baisse des concentrations)
- Forte concurrence entre usage de l'eau et dégradation des eaux

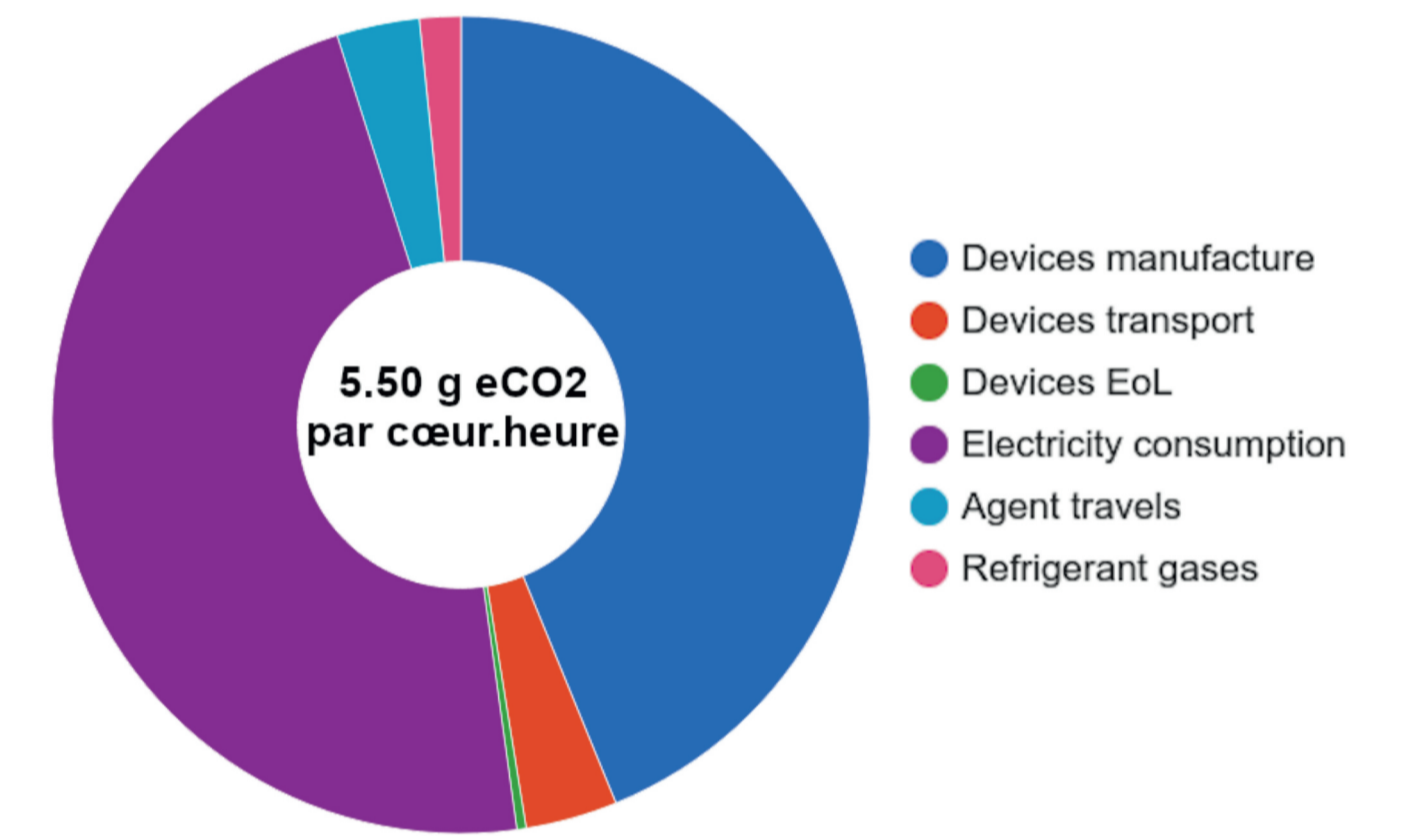
600Kg de matières premières mobilisées pour la fabrication d'un ordinateur [ADEME, 2021]



Infographie adaptée de [Berthaut, 2022]

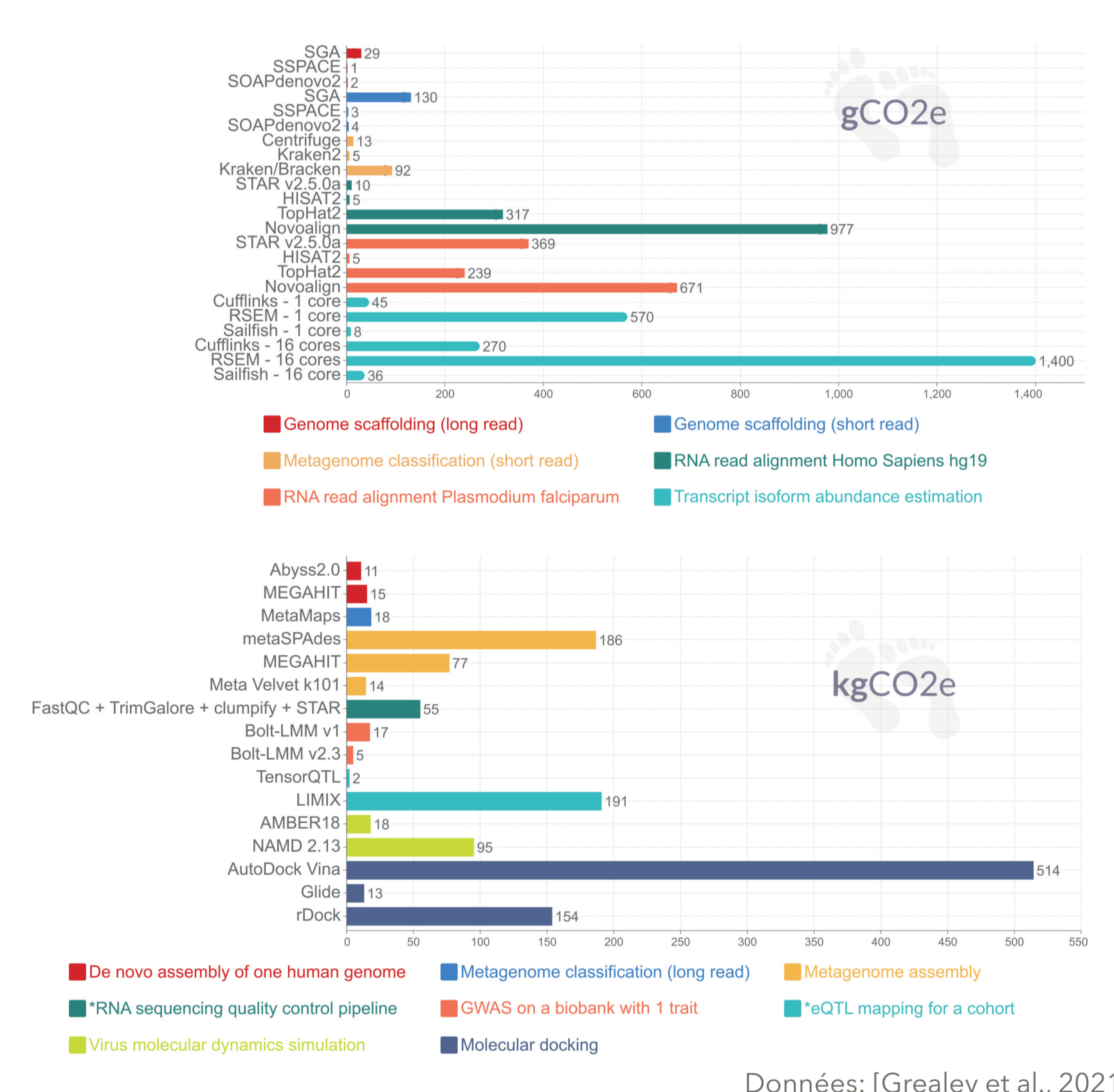
Le transport en avion (livraison rapide) a un impact significatif dans le bilan des équipements [ADEME, 2018]

## Estimation impact carbone heure.cœur de calcul (2019)

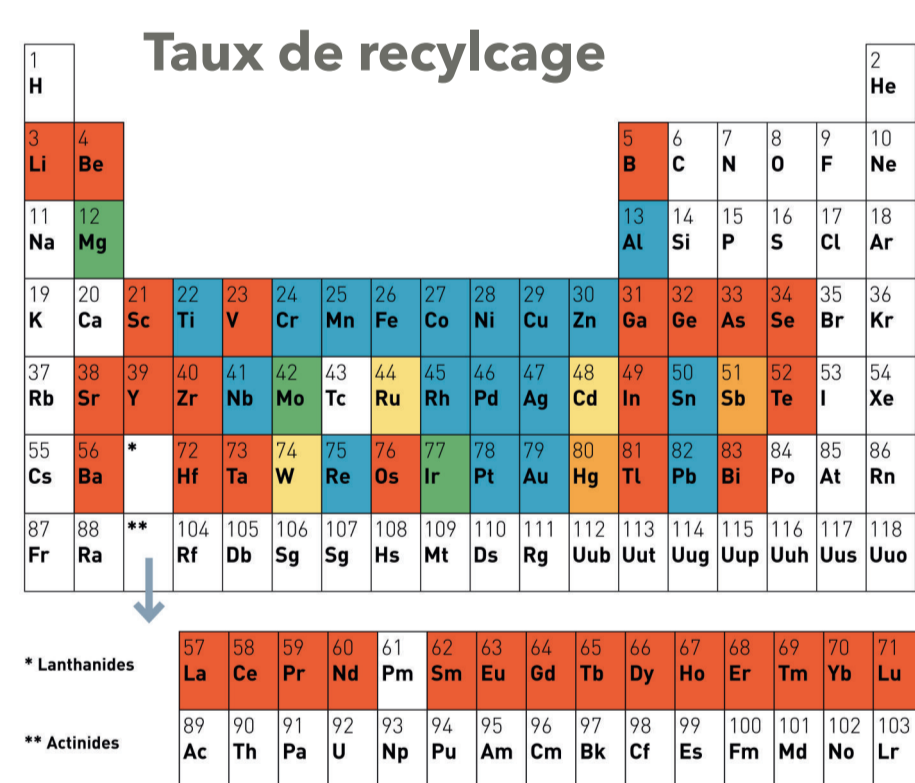


Durée de vie: 7 ans, PUE: 1.4, Facteur d'émission: 0,1080 kg CO2e / kWh [GenoToul Bioinfo, 2021]

## Ordre de grandeur des GES d'outil Bioinfo (gCO2e)

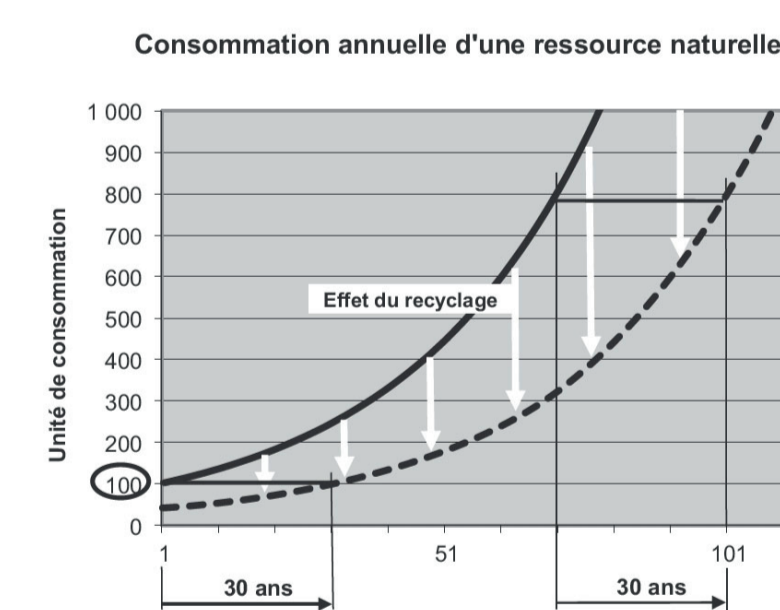


Données: [Grealey et al., 2021]



Taux de collecte [Forti et al., 2020]: 17,4% dans le monde, 54% en France

Hors filière officielle = poubelle, décharges illégales, exportés en tant que produit d'occasion, brûlés, ...



La consommation totale de matière première suit une exponentielle de progression annuelle de 3%. La consommation de matière première avec 75% de cette matière qui serait recyclés suit la même progression. [Grosse, 2014]

Pour un très grand nombre de métaux, il n'y a pas ou peu de recyclage en fin de vie, soit parce que ce n'est pas viable économiquement, soit qu'il n'existe pas de technologie adaptée [UNEP, 2011]

## Dix règles simples pour une informatique plus durable [Lannelongue et al., 2021] (traduit et adapté)

- Règle 1 : Estimer l'empreinte carbone de ses projets
- Règle 2 : Inclure l'empreinte carbone dans son analyse coûts-bénéfices
- Règle 3 : Garder, réparez et réutilisez les équipements
- Règle 4 : Sélectionner son centre de calcul
- Règle 5 : Ajuster sa demande et les équipements

- Règle 6 : Augmenter l'efficacité du code
- Règle 7 : Être économe dans ses analyses
- Règle 8 : Nouveau logiciel ? Précisez le besoin matériel et l'empreinte carbone
- Règle 9 : Avoir conscience des conséquences de l'amélioration de l'efficacité
- Règle 10 : Compenser votre empreinte carbone

## Rejoindre des collectifs [Labos 1point5], [EcoInfo]

## Réduire son empreinte [Labos 1point5], [Nos GESTes climat]

