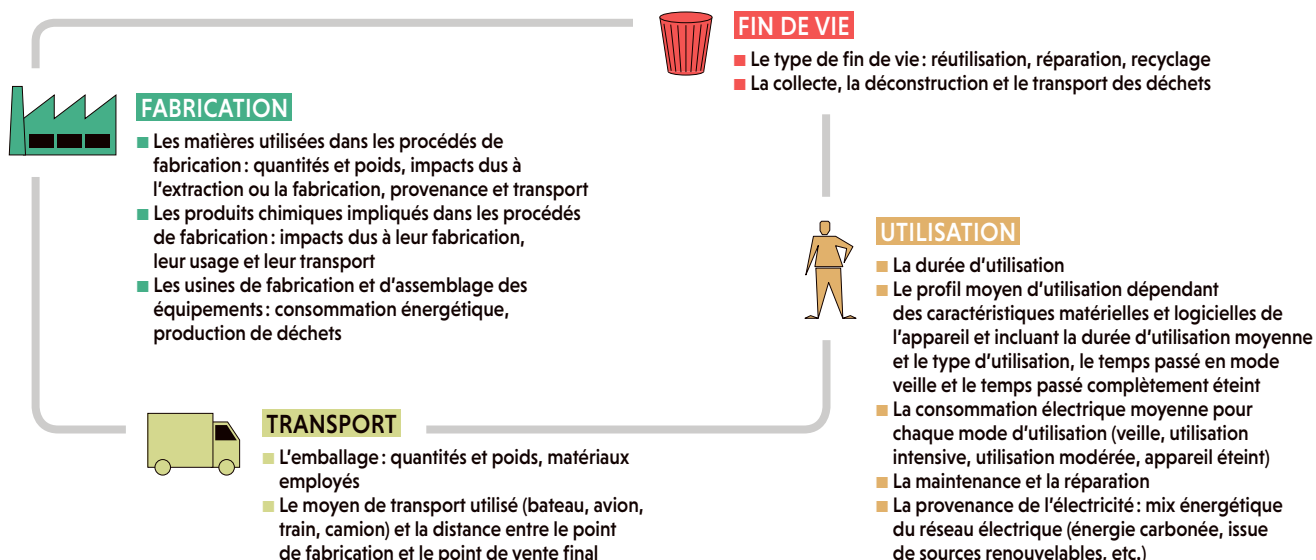


CALCULER L'IMPACT D'UN CYCLE DE VIE COMPLET

INTERNET : DES MATÉRIELS HÉTÉROGÈNES QUI ONT DES IMPACTS

Chaque étape de la vie d'un équipement compte dans l'évaluation de son impact environnemental.



Lors de sa fabrication, un équipement nécessite des matières premières, des produits chimiques, des usines d'assemblage, etc. Et avant même cela, il a nécessité de l'énergie et des ressources pour être imaginé, prototypé, testé, conçu et amélioré. Afin d'évaluer l'impact d'un équipement, il est donc indispensable de définir le cadre considéré par l'étude :

- > le périmètre de l'équipement (ou du système) considéré : cela permet de spécifier si l'étude inclut les périphériques, par exemple ;
- > la fonction ou utilisation considérée pour cet équipement : un même équipement peut avoir des fonctions très variées. Par exemple, un même modèle d'écran peut être utilisé pour l'affichage des trains en partance dans une gare ou en bureautique ;

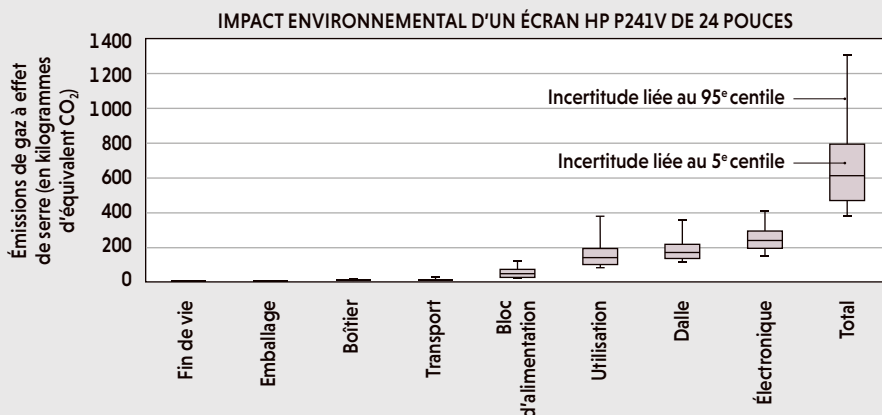
> les indicateurs d'impact considérés : consommation énergétique, consommation d'eau, impact CO_2 , utilisation de matières premières... Les émissions de gaz à effet de serre sont un indicateur environnemental lié à l'objet considéré. Cet indicateur somme l'ensemble des différents gaz à effet de serre émis lors du cycle de vie de l'équipement en les exprimant en équivalent CO_2 (noté CO_2eq). Pour les gaz à effet de serre autres que le CO_2 , cette quantité représente la quantité de CO_2 qui aurait une capacité équivalente à retenir le rayonnement solaire, et donc à participer au réchauffement global de notre planète.

L'organisation internationale de normalisation a standardisé ces analyses de cycle de vie sous les normes ISO 14040 et ISO 14044, qui fournissent des directives pour les mener. Dans le contexte des équipements connectés, le cycle de vie se

décompose en quatre phases : fabrication, transport, utilisation et fin de vie, chacune avec de nombreux paramètres (voir ci-dessus).

Nombre de paramètres parmi cette liste non exhaustive sont complexes à mesurer, calculer ou estimer, car ils dépendent eux-mêmes de plusieurs autres paramètres. Cette complexité intrinsèque nécessite, pour chaque impact, de préciser toutes les conditions d'étude, car les résultats varient considérablement suivant ces conditions. Par exemple, le transport des équipements produits n'aura pas le même impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre s'il est effectué par bateau ou par avion (l'impact de l'avion par unité transportée est plus important que celui d'un porte-conteneurs). Peu d'entreprises fournissent les données d'analyse de cycle de vie des équipements qu'elles fabriquent et elles sont encore moins nombreuses à indiquer les incertitudes de calcul de ces mesures, lesquelles, pourtant, sont parfois considérables, comme le montre le cas d'un écran externe HP de 24 pouces utilisé cinq ans (ci-contre) : l'empreinte carbone de cet écran est en moyenne de 655 kilogrammes de CO_2eq (kg CO_2eq). Mais les marges d'erreur se cumulant, l'incertitude sur ce chiffre total est élevée : de 370 à 1 310 kg CO_2eq selon que l'on considère le 5^e ou le 95^e centile.

Les émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO_2 sont un indicateur utile pour évaluer l'impact d'un équipement. Mais ce n'est qu'un indicateur parmi d'autres. Il ne donne aucune indication, par exemple, sur l'épuisement des matières premières utilisées pour fabriquer l'équipement ou sur l'empreinte des autres équipements nécessaires au fonctionnement de celui étudié.



IPAD : L'IMPACT PRÉPONDÉRANT DE LA FABRICATION

La phase d'utilisation est loin d'être la plus nocive pour l'environnement...

Les émissions de gaz à effet de serre associées aux différentes étapes du cycle de vie des tablettes iPad fournissent des indications assez claires sur les moyens d'action des utilisateurs pour limiter l'impact environnemental de ces objets, comme l'illustre la figure ci-dessous, rassemblant les données d'Apple pour des iPad de différentes générations.

Pour les tablettes considérées, le transport représente de 3 à 11 % des émissions totales. L'utilisation, quant à elle, est principalement influencée par la durée d'utilisation, ici supposée être de trois ans, et la provenance de l'électricité utilisée : une source d'énergie renouvelable émet moins de CO₂ qu'une centrale à charbon, par exemple. Sur les tablettes présentées, on note qu'entre 6 et 14 % des émissions de gaz à effet de serre concernent la phase d'utilisation, contre 79 à 88 % pour la phase de fabrication. Ainsi, l'impact de la fabrication est tel que faire durer les équipements le plus longtemps possible est primordial.

Le principal levier dont dispose un utilisateur pour réduire l'impact lié à cet objet connecté consiste donc à allonger sa durée de vie. Même si la génération suivante de l'objet présente une meilleure efficacité énergétique en phase d'utilisation, l'impact environnemental de sa phase de fabrication restant largement prépondérant, il est préférable de garder l'ancien modèle plutôt que d'acquiescer le nouveau.

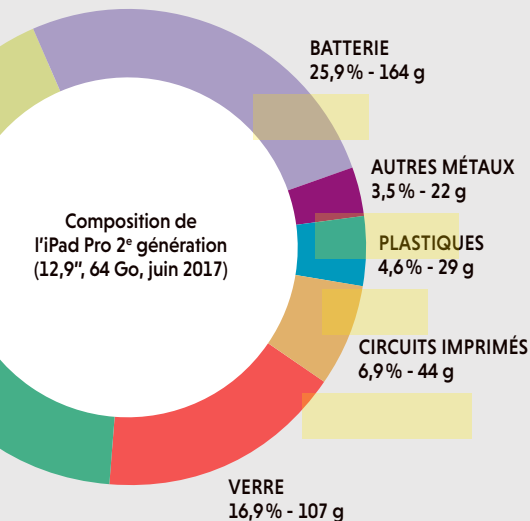
On remarque ainsi qu'une plus petite taille d'écran correspond à moins de matériaux et donc à des émissions totales de gaz à effet de serre moins élevées. Cependant, à taille d'écran identique, l'empreinte carbone peut aller du simple au double, par exemple entre le modèle

79 à 88 % des émissions liées à ces tablettes concernent leur fabrication

de septembre 2015 (première génération de l'iPad Pro) et celui de juin 2017 (deuxième génération de l'iPad Pro).

Les constructeurs font des efforts pour diminuer l'empreinte carbone des équipements qu'ils fabriquent. Cependant, ce n'est souvent pas le premier critère considéré dans les choix technologiques, comme le montre l'augmentation de l'empreinte entre le modèle de juin 2017 (deuxième génération de l'iPad Pro) et celui d'octobre 2018 (troisième génération de l'iPad Pro).

L'impact considérable de la fabrication est notamment dû aux nombreux matériaux nécessaires à cette phase (*ci-dessus*). Les éléments chimiques rencontrés dans un iPad sont



nombreux : aluminium, carbone, oxygène, fer, cuivre, silicium, cobalt, hydrogène, chrome, nickel, zinc, lithium, magnésium, étain, pour ne citer que les principaux. Un élément peut être présent en très faible quantité et avoir en même temps un impact important du fait de sa rareté, de sa difficulté d'extraction, de sa localisation géopolitique à l'état naturel ou encore des difficultés à le recycler. Aussi, ni les émissions de gaz à effet de serre ni le poids de l'objet ne traduisent ses impacts sur les ressources.

Les données sur l'utilisation des ressources sont difficiles à obtenir du fait des secrets industriels de fabrication et de la complexe intrication des éléments dans les composants assemblés pour fabriquer des équipements numériques. De plus, certains composés chimiques ne sont utilisés que lors de la phase d'extraction des ressources ou d'assemblage et n'apparaissent pas dans l'équipement final. De nombreuses améliorations demeurent à explorer pour réduire l'impact de la fabrication des équipements numériques, accroître leur durée de vie, améliorer leur réparabilité et faciliter leur recyclage.

