

# Proposition de placement et cartes détaillées

Ce dossier offre des informations plus approfondies sur chaque carte ainsi que ce qu'il est important de mettre en avant lors de la phase d'institutionnalisation par l'enseignant.e

Il permet en effet à l'enseignant.e de restituer la cartographie afin de souligner les liens pertinents et de relever les points cruciaux à retenir de cette activité.

Dans le dossier :

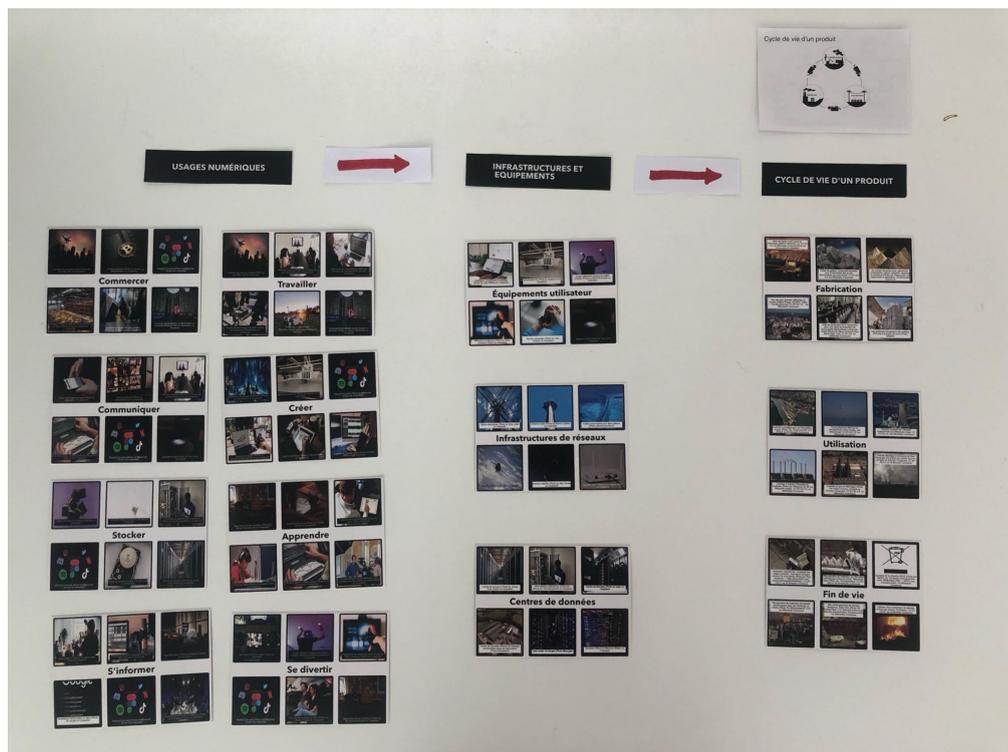
**surligné en noir** = termes pertinents

**surligné en rouge** = informations clés à retenir

**En gras coloré** : nom des cartes

Point clés = informations pertinentes à restituer lors de la correction de chaque temps

# 1er lot



Ce premier lot de cartes permet de se rendre compte des implications associées à nos **usages du numérique** au quotidien, notamment **les infrastructures et équipements** nécessaires que cela implique ainsi que les **étapes de cycle de vie** derrière chaque équipement numérique.

Le numérique est devenu un phénomène de société qui impacte nos usages et nos pratiques à différents niveaux.

En effet, le numérique permet de **travailler** dans certains contextes par le biais de la création de nouveaux métiers dans le domaine spécifique du numérique (développeur informatique, graphiste digital, designer d'interaction ...), la transformation de métiers existants avec l'aide ou la délégation de certaines tâches à des machines et/ou programmes informatiques : logiciels de gestion administrative ou comptable, ... et le remplacement de certains métiers auparavant effectués par des humains : caisse automatique, guichet virtuel de billetterie etc..

Le numérique permet d'**apprendre**. Il rend effectivement accessible certains savoirs (enseignement en ligne, e-learning, MOOC etc.) et permet de développer de nombreuses compétences variées via des jeux et applications d'apprentissage numériques (mémorisation, écriture, compréhension langagière, créativité, collaboration etc..)

Le numérique permet de **communiquer** à distance, par oral, de manière directe (appel, visio,...), ou par écrit, de manière indirecte (messagerie, réseaux sociaux, chat...).

Le numérique permet de **s'informer** grâce à un accès et une diffusion de l'information facilitée et accélérée (télévision, internet, radio...). Attention toutefois à être attentif vis-à-vis de cette information - celle-ci peut s'avérer parfois partiellement, voire totalement incorrecte vu son abondance et sa rapidité de diffusion (fake news, infobésité...).

L'utilisation des outils numériques offre de nombreuses possibilités de **commercer** plus facilement, notamment via les moyens d'achat en ligne (plateforme d'e-commerce) et de paiements en ligne (e-banking, e-paiement, twint...). Il nous incite donc bien souvent à (sur)consommer au-delà de nos besoins par le biais de la publicité en ligne, ciblée la plupart du temps.

Le numérique permet de **créer** en soutenant et ouvrant des espaces d'expression très variés : vidéos, dessins et illustrations, jeux vidéos, musique, applications et des logiciels, prototypes, livres, objets, bâtiments etc.

Le numérique permet de **se divertir**, de jouer et de s'amuser (films, séries, jeux vidéo, vidéos Youtube, applications...). Comme ces divertissements en ligne se multiplient, il est important d'en faire une utilisation modérée afin d'éviter d'en devenir complètement dépendant avec des risques sur la santé (sommeil, yeux, cerveau..)

Le numérique permet de **stocker** des informations (archivage historique personnel et collectif). Attention toutefois à garder en tête que le "cloud" n'est pas un "nuage immatériel" comme on a tendance à se le représenter. Ainsi celui-ci a un coût environnemental qu'il faut considérer.

**Le numérique est partout** et tous ces usages ont **un coût environnemental bien souvent caché** des utilisateurs.

Il est vrai que **le numérique n'est pas dématérialisé**, il nécessite pour fonctionner un grand nombre d'infrastructures et d'équipements qu'il est possible de classer, pour faciliter la compréhension, selon 3 grandes catégories.

a) **Les équipements utilisateurs** sont les équipements numériques "en bout de chaîne" utilisés directement par les utilisateurs.

En 2020, **au total 34 milliards d'équipements numériques sont utilisés dans le monde** : au-delà des ordinateurs et smartphones, ce sont aussi des télévisions, tablettes, imprimantes, consoles de jeux vidéo, objets connectés, robots, caméras de surveillance, écrans publicitaires... Ces équipements doivent être alimentés en électricité pour fonctionner et ce chiffre croît chaque année.

b) **Les infrastructures de réseaux** sont nécessaires pour l'utilisation d'internet et des réseaux de communication : câbles terrestres et sous-marins, antennes-relais, satellites, routeurs, box internet etc... Ces infrastructures doivent être alimentées en électricité pour fonctionner. Par exemple, **1,2 million de km de câbles internet sous-marins** ont été

déployés à travers la planète au début de l'année 2020, soit 30 fois la circonférence de la Terre.

c) **Les centres de données** sont des centres de stockage et de traitement des données, indispensables au fonctionnement des échanges sur internet. Ils sont composés principalement de serveurs. En 2020, **plus de 4500 centres de données abritent quelques centaines de millions de serveurs** qui fonctionnent en continu dans le monde pour assurer les services que nous utilisons tous les jours. Ces centres de données doivent être alimentés en électricité pour fonctionner. Le nombre de données à traiter et stocker croît chaque année ce qui entraîne la création de nouveaux centres de données.

Le **cycle de vie d'un produit sont toutes les étapes par lesquelles passe un produit de sa conception à sa fin de vie**. Pour simplifier, on peut le schématiser en 3 grandes étapes - **Fabrication - Utilisation - Fin de vie**. Ces phases peuvent être détaillées elles-mêmes en sous-opérations (Extractions ressources, Transformation, Collecte des déchets etc.)

C'est l'**étape d'utilisation** qui vient le plus spontanément à l'esprit du grand public quand on évoque l'impact environnemental du numérique... Mais ce n'est que la partie émergée de l'iceberg et on oublie bien trop souvent l'**étape de fabrication** et l'**étape de fin de vie**.

a) La **fabrication** de tous les équipements numériques - équipements utilisateur, infrastructures de réseaux et centres de données - nécessite à la fois de l'énergie et des matières premières. Cela génère de nombreux impacts : extraction de matières premières, fabrication et transformation des composants électroniques, chaînes de montage, assemblage, transports... De nombreuses industries sont nécessaires dans cette phase de fabrication afin de produire nos équipements numériques. C'est en particulier la **phase de fabrication des équipements utilisateurs qui mobilise une grande part de l'énergie et l'essentiel des ressources naturelles utilisées par le numérique**. Leur fabrication consomme 30% de toute l'énergie du secteur numérique et consomme 3/4 de toutes les ressources de ce secteur. La raison principale s'explique d'un point de vue du nombre. En effet, **il y a énormément d'équipements utilisateurs dans le monde et leur durée de vie se réduit de plus en plus** car les phénomènes d'obsolescence touchent davantage les équipements utilisateurs que les équipements industriels.

b) L'**utilisation** de tous les équipements numériques - équipements utilisateur, infrastructures de réseaux et centres de données - nécessite une alimentation en électricité pour fonctionner. Mais, contrairement aux idées reçues (exemple avec la surmédiation de la consommation des centres de données), **ceux qui consomment le plus ce sont les équipements utilisateur**, tout simplement parce qu'ils sont nombreux en (milliards vs milliers/millions). Produire de l'électricité à un coût environnemental quelque soit la technologie employée (énergie renouvelable ou non). Privilégier l'électricité issue d'énergies renouvelables est essentiel mais il faut garder à l'esprit que toute production d'énergie a un impact. Ainsi les énergies renouvelables posent aussi des problèmes (pollutions et émissions GES liées à leur fabrication, extraction de matières premières, occupation du sols, impacts sur la biodiversité etc.). Il n'existe aucune énergie "propre" à 100% dans sa

production. Le mieux reste donc de réduire sa consommation d'électricité à la source car la meilleure énergie est celle qui n'est pas consommée (et donc non produite).

c) Tous les équipements numériques - équipements utilisateur, infrastructures de réseaux et centres de données - arrivent en **fin de vie** à un moment donné. Ils deviennent alors des Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE), qui doivent être traités. Le bon déroulement de cette étape est important afin de limiter au minimum les impacts. En effet, récupérer un maximum de composants permet d'éviter d'extraire des ressources supplémentaires et les conséquences qui accompagnent cette extraction. De plus, cela permet de réduire les pollutions que certains composants électroniques peuvent générer.

#### Points clés :

**Le numérique est partout** dans nos vies à l'heure actuelle et tous ces usages ont **un coût environnemental bien souvent caché** des utilisateurs que nous sommes.

La **matérialité** derrière nos usages du numérique : le **numérique n'est pas dématérialisé**, il nécessite pour fonctionner un grand nombre d'infrastructures et d'équipements. La quantité gigantesque d'équipements utilisateurs (**34 milliards!**), mais aussi les centres de données (**4'500 centres de données** et des **centaines de millions de serveurs**) et toutes les infrastructures de réseaux nécessaires (**1,2 million de km** de câbles internet sous-marins).

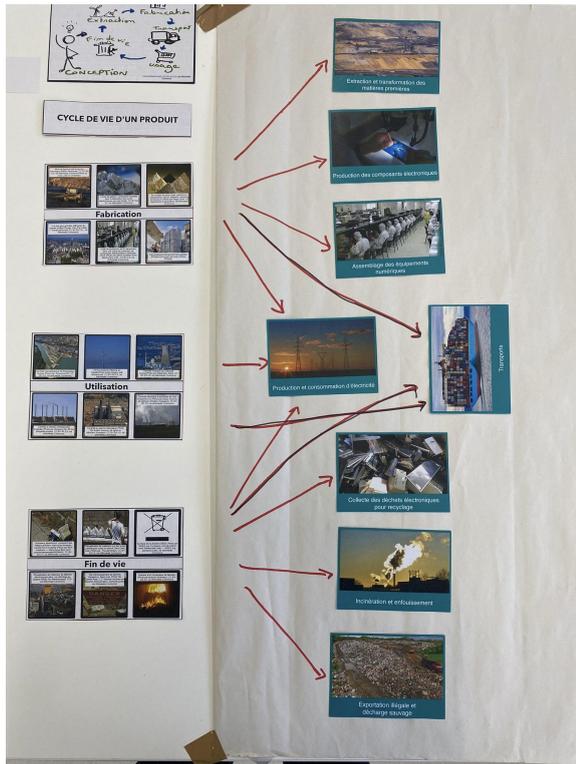
Le **cycle de vie d'un produit** sont toutes les étapes par lesquelles passe un produit de sa conception à sa fin de vie. Pour simplifier, on peut la schématiser en 3 grandes étapes - Fabrication - Utilisation - Fin de vie.

C'est **l'étape de fabrication de nos équipements utilisateurs** qui concentre le plus d'impacts. En effet, cette phase mobilise une grande part de l'énergie primaire et l'essentiel des ressources naturelles, "assez peu" sont utilisées pour la fabrication des infrastructures de réseaux et des centres de données. Deux raisons principales :

- **Quantité** : Ce n'est pas le même ordre de grandeur (par exemple il y a dans le monde quelques centaines de millions de serveurs en utilisation, alors qu'il y a plusieurs dizaines de milliard d'équipements utilisateur)
- **Durée de vie** : Le matériel industriel a généralement une durée de vie plus longue, car il est moins sujet aux mécanismes d'obsolescence que le matériel utilisateur.

Au niveau de l'étape d'utilisation, dans le triptyque "équipements utilisateurs, infrastructures de réseaux et centres de données", ce sont là encore **les équipements utilisateurs qui consomment le plus d'électricité**. Les centres de données sont les moins consommateurs d'énergie contrairement à ce qu'attendent la plupart des personnes (surmédiation de la consommation des centres de données).

## 2ème lot



### En lien avec l'étape de fabrication

La fabrication des équipements numériques nécessite **l'extraction et la transformation de nombreuses matières premières** issues de la croûte terrestre. Des métaux principalement, mais aussi des matières plastiques, céramiques ainsi que des combustibles fossiles. On entend par transformation (ou raffinage) l'ensemble des opérations et des traitements (mécaniques ou chimiques) qui permettent d'améliorer les caractéristiques d'un produit et de fabriquer, à partir d'un produit brut, un produit commercial.

L'extraction et la transformation des matières premières nécessite **des procédés industriels lourds, qui consomment de grandes quantités de combustibles fossiles, d'eau et de produits chimiques**, eux-mêmes responsables d'importantes pollutions locales (air-eau-sol).

Ces matières premières sont présentes en quantités limitées sur la surface de la terre.

**La production des composants électroniques** demande des ressources importantes : en matières premières et en électricité. En effet, ces composants sont fabriqués principalement à partir de métaux, et ces opérations de production s'effectuent spécifiquement dans des salles où l'air est renouvelé et purifié régulièrement pour éviter le moindre grain de poussière. Ceci demande encore davantage d'électricité.

Pour obtenir un produit fini, il faut terminer par **assembler les équipements numériques.**

La construction d'usines de chaînes de montage - rassemblant les différents composants de l'équipement (carte mère, batterie, écran, micro, caméra etc...) puis les assemblant au bon endroit - est donc nécessaire. A chaque étape de la chaîne, une personne vérifie que cela fonctionne. Une partie de ces tâches sont automatisées, d'autres sont effectuées par des humains. L'assemblage demande beaucoup de ressources humaines et d'électricité.

## En lien avec l'étape de fin de vie

En fin de vie, les équipements numériques que l'on utilise deviennent des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE). Cette étape arrive de plus en plus tôt du fait des mécanismes d'*obsolescence technique* et d'*obsolescence psychologique* (cf chapitre "facteurs aggravants") pour plus d'explications des termes).

Que deviennent ces DEEE ?

Au niveau mondial, **seulement 17% des déchets électroniques sont collectés en vue d'un recyclage**. Ce qui n'est pas recyclé est incinéré, enfoui, ou introduit dans des circuits illégaux.

Les déchets électroniques correctement collectés entrent en filière de recyclage. Cependant, même si la récupération de ces déchets s'effectue correctement, **le recyclage fonctionne très mal**. En effet, sur ce qui est collecté, une faible partie seulement de la matière pourra être séparée et recyclée (moins de 20% pour un smartphone), la majeure partie reste non-recyclable ou à des coûts trop importants, et finit donc en incinération ou en centre d'enfouissement.

Une grande partie des déchets ne peuvent donc pas être recyclés et terminent dans des filières classiques réglementaires de traitement des déchets : **incinération ou enfouissement**. L'incinération est communément associée à une "valorisation énergétique" : brûler des déchets peut produire de l'énergie. Cependant, d'une part, cette valorisation n'est pas systématique, et, d'autre part, l'incinération émet des gaz polluants, ainsi que des résidus solides et des cendres (300 kg par tonne de déchets brûlés). Il faut alors encore enfouir ces résidus et absorber ces gaz polluants, ce qui contribue à polluer les sols, l'eau et l'air.

Finalement, la majorité des déchets électroniques (60%) sont **exportés illégalement** dans des pays dits "en voie de développement" et où ils finissent souvent **en décharge sauvage**. Sur place, ils sont le plus souvent traités dans des conditions humaines et environnementales désastreuses par les populations locales pauvres qui se chargeront d'en extraire quelques éléments de valeur avant d'abandonner les restes, souvent toxiques, dans des décharges sauvages à ciel ouvert. Concrètement, des travailleurs brûlent le plastique pour récupérer un peu de métal et le revendre pour se faire un peu d'argent.

En fin de compte, **entre faible taux de collecte et faible taux de recyclage, c'est seulement un infime pourcentage de DEEE qui est effectivement recyclée**. On est donc encore très loin de la boucle infinie et vertueuse du recyclage complet.

## En lien avec l'étape de fabrication, utilisation et fin de vie

L'utilisation des équipements utilisateurs, infrastructures de réseaux et centres de données **consomme de l'électricité** pour fonctionner. Électricité qui doit être **produite** en amont. L'utilisation du numérique consomme à l'heure actuelle **environ 10% de l'électricité mondiale**, et ce chiffre risque d'augmenter fortement dans les prochaines décennies à cause de l'accroissement du nombre d'utilisateurs, des équipements et des usages.

Cela est d'autant plus alarmant, qu'à l'échelle mondiale, **plus de 70% de l'électricité produite et consommée est issue des énergies fossiles** (charbon, gaz naturel, pétrole, nucléaire...)

L'électricité est une forme d'énergie secondaire (produite à partir d'énergie primaire). Il existe différents types d'électricité que l'on classe selon deux grandes catégories en fonction de leur source d'énergie primaire. Les énergies dites **non renouvelables** car leur vitesse de renouvellement à l'échelle humaine est plus lente que celle de leur consommation et qu'elles sont donc disponibles en quantité limitées sur Terre. Ce sont les énergies fossiles (principalement pétrole, charbon et gaz naturel) et fissiles (l'énergie nucléaire, principalement à base d'uranium). Les énergies dites **renouvelables**, par opposition, sont présentes en flux continu à échelle humaine sur Terre (énergie hydraulique tirée de la force de l'eau, énergie solaire du soleil, énergie éolienne du vent, énergie géothermique provenant de la chaleur dans la croûte terrestre et énergie de la biomasse tirée de la combustion des déchets organiques et du bois), bien que de manière variable en intensité et en localisation.

Produire de l'électricité génère de multiples impacts quel qu'en soit la source (énergies renouvelables ou non). Il n'existe donc aucune énergie "propre". **Le plus efficace reste donc de réduire sa consommation car la meilleure énergie est celle non consommée (car non produite).**

### Et en Suisse ?

L'électricité produite en Suisse est issue environ pour 60% de la force hydraulique (barrage), pour 30 % de l'énergie nucléaire, pour 3% des énergies fossiles et pour 6% des autres énergies renouvelables (vent, soleil et biomasse) (mix de production suisse 2017). Mais la Suisse ne consomme pas que de l'électricité d'origine indigène (= produite localement). Il existe un commerce actif avec l'étranger (importation et exportation d'électricité). De ce fait, le mix de production suisse ne correspond pas nécessairement à la composition moyenne de l'électricité livrée aux consommateurs finaux (mix des fournisseurs suisses). Plus d'informations : <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-74577.html>

Dans le numérique **ce qui consomme le plus d'électricité ce sont les équipements utilisateur**, tout simplement parce qu'il y en a vraiment beaucoup en nombre (des milliards ! Par rapport à des milliers de centres de données et des centaines de millions de serveurs seulement...)

Production et consommation d'électricité ne concernent pas uniquement la phase d'utilisation des équipements numériques mais également leur phase de fabrication et de fin

de vie. En effet, il faut de l'électricité pour alimenter les diverses industries de fabrication (usine d'extraction, de transformation, de production des composants, de chaîne d'assemblage etc..) et de fin de vie (usine de tri, de recyclage, d'incinération etc..).

C'est le cas également pour les **transports** présents à toutes les étapes du cycle de vie d'un produit. Par exemple, les équipements utilisateurs sont expédiés par cargo ou par avion de leur lieu de production vers leur lieu d'utilisation. C'est le cas également pour la construction des infrastructures de réseaux et des centres de données. Par exemple, les différents composants électroniques sont rassemblés en un seul lieu de production afin d'être assemblés. Les équipements utilisateurs une fois terminés, sont expédiés par cargo ou par avion de leur lieu de production vers leur lieu d'utilisation. Et les déchets électroniques sont collectés pour être ensuite traités sur un même lieu (recyclage, incinération, décharge ou enfouissement). C'est le cas également pour la construction des infrastructures de réseaux et des centres de données. **De nombreux transports sont donc nécessaires et ceux-ci impliquent le plus souvent la combustion d'énergies fossiles.**

Points clés :

*L'étape de fabrication : l'extraction et la transformation des matières premières nécessite des **procédés industriels lourds, qui consomment de grandes quantités de combustibles fossiles, d'eau et de produits chimiques, eux-mêmes responsables d'importantes pollutions locales (air-eau-sol).** Ces étapes sont donc très impactantes pour l'environnement.*

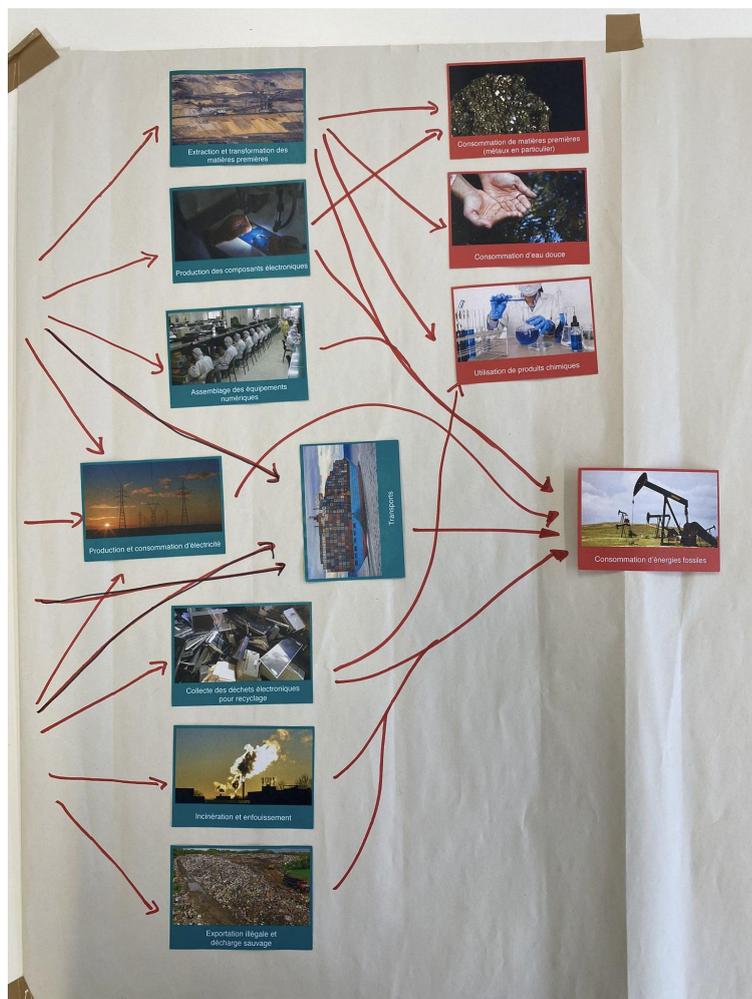
*L'étape fin de vie : **très peu de matière est recyclée.** D'une part peu de matériel entre en filière de recyclage (taux de collecte très faible, seulement 17% au niveau mondial) et d'autre part, même pour le matériel qui y rentre, nous ne pouvons techniquement récupérer qu'une petite partie de la matière (moins de 20% pour un smartphone). Entre **faible taux de collecte et faible taux de recyclage**, c'est seulement quelques petits pourcents de la matière qui est effectivement recyclée. On est donc encore très loin de la boucle infinie et vertueuse du recyclage complet.*

*L'étape utilisation : l'utilisation du numérique consomme à l'heure actuelle environ **10% de l'électricité mondiale** et ce chiffre risque d'augmenter fortement dans les prochaines décennies à cause de l'accroissement du nombre d'utilisateurs, des équipements et des usages. Dans le numérique **ce qui consomme le plus ce sont les équipements utilisateur**, tout simplement parce qu'il y en a vraiment beaucoup en nombre (des milliards par rapport au "simple" milliers de centre de données abritant des millions de serveurs).*

***La majorité de l'électricité mondiale est issue des énergies fossiles...** Production et consommation d'électricité ne concernent pas uniquement la phase d'utilisation des équipements numériques mais également leur phase de fabrication et de fin de vie.*

*C'est le cas également des transports qui sont présents à chaque étape et **impliquent le plus souvent la combustion d'énergies fossiles...***

## 3ème lot



Pour fabriquer des équipements numériques, nous **consommons de nombreuses matières premières**. **Plus d'une cinquantaine de métaux différents sont présents dans un ordinateur ou un smartphone** ainsi que des matières plastiques et céramiques. **Toutes ces matières premières sont présentes en quantité limitée sur notre Terre** et au vu de la grande consommation que nous en faisons actuellement, des risques de pénurie sont à considérer.

### Quelles matières premières avons-nous besoin pour le numérique ?

Nous consommons principalement des métaux.

- Des **métaux communs** tel que le fer, l'aluminium ou le cuivre pour des fonctions dites *structurelles* de l'équipement,
- Des **métaux précieux** comme le palladium, l'or ou l'argent qui sont présents en faible quantité dans le matériel informatique
- Des **métaux rares (ou terres rares)** : néodyme, tantale, indium, cobalt, lithium pour des fonctions dites *technologiques* de l'équipement. Ils ne sont pas rares au sens premier du terme, cela signifie simplement qu'ils sont diffus, c'est-à-dire qu'ils sont présents en très faible concentration dans la croûte terrestre. Ainsi à titre comparatif, afin d'obtenir 1 kg de

cuivre, il faut extraire environ 150 kg de minerais de la croûte terrestre tandis que pour obtenir 1kg de métal rare, il faut en extraire plusieurs tonnes à plusieurs dizaines de tonnes de minerai.

Nous utilisons également mais dans une moindre mesure des matières plastiques et de matériaux céramiques.

- Le **plastique** est fabriqué essentiellement à partir du pétrole "brut", combustible fossile issu de la décomposition d'organismes marins accumulés dans des bassins sédimentaires, au fond des océans, des lacs et des deltas il y a des millions d'années. Le pétrole brut une fois extrait du sol et transformé dans une raffinerie pour être utilisé.
- Les **matériaux céramiques** sont les matériaux non métalliques et non organiques obtenus par l'action de fortes températures. Verre, terre cuite, plâtre, grès, ciment, faïence, béton font partie de cette catégorie. En l'occurrence c'est le verre dont on a besoin dans les équipements numériques est celui-ci s'élabore à partir de trois matières premières de base naturelles et abondantes sur Terre : l'oxyde de silicium, l'oxyde de sodium et l'oxyde de calcium

L'extraction et la transformation minière engendre une **consommation d'eau douce** gigantesque principalement lors des phases de broyage et de concentration du minerai.

L'extraction et la transformation minière nécessite **l'utilisation de produits chimiques** notamment à l'étape de concentration du minerai. Par exemple lixiviation au cyanure pour l'or et à l'acide sulfurique pour le cuivre. Leur utilisation peut conduire à générer des sous-produits indésirables, **pouvant entraîner des pollutions graves des eaux de surface et souterraines, ainsi que de l'air et du sol**. Il en est de même lors de la phase de fin de vie du matériel informatique et du traitement de ces déchets électroniques (DEEE) dans des filières de recyclage où des produits chimiques sont employés afin de récupérer certains métaux.

Pour produire de l'électricité et faire fonctionner nos industries (extraction et transformation minière, chaîne de production, assemblage, livraison, filière de recyclage etc...), nous **consommons des énergies fossiles** massivement. Ces énergies fossiles sont présentes en quantité limitée sur notre Terre et au vu de la grande consommation que nous en faisons actuellement, des risques de pénurie sont à considérer. De plus, la combustion d'énergies fossiles émet du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) qui est le principal gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique.

Points clés :

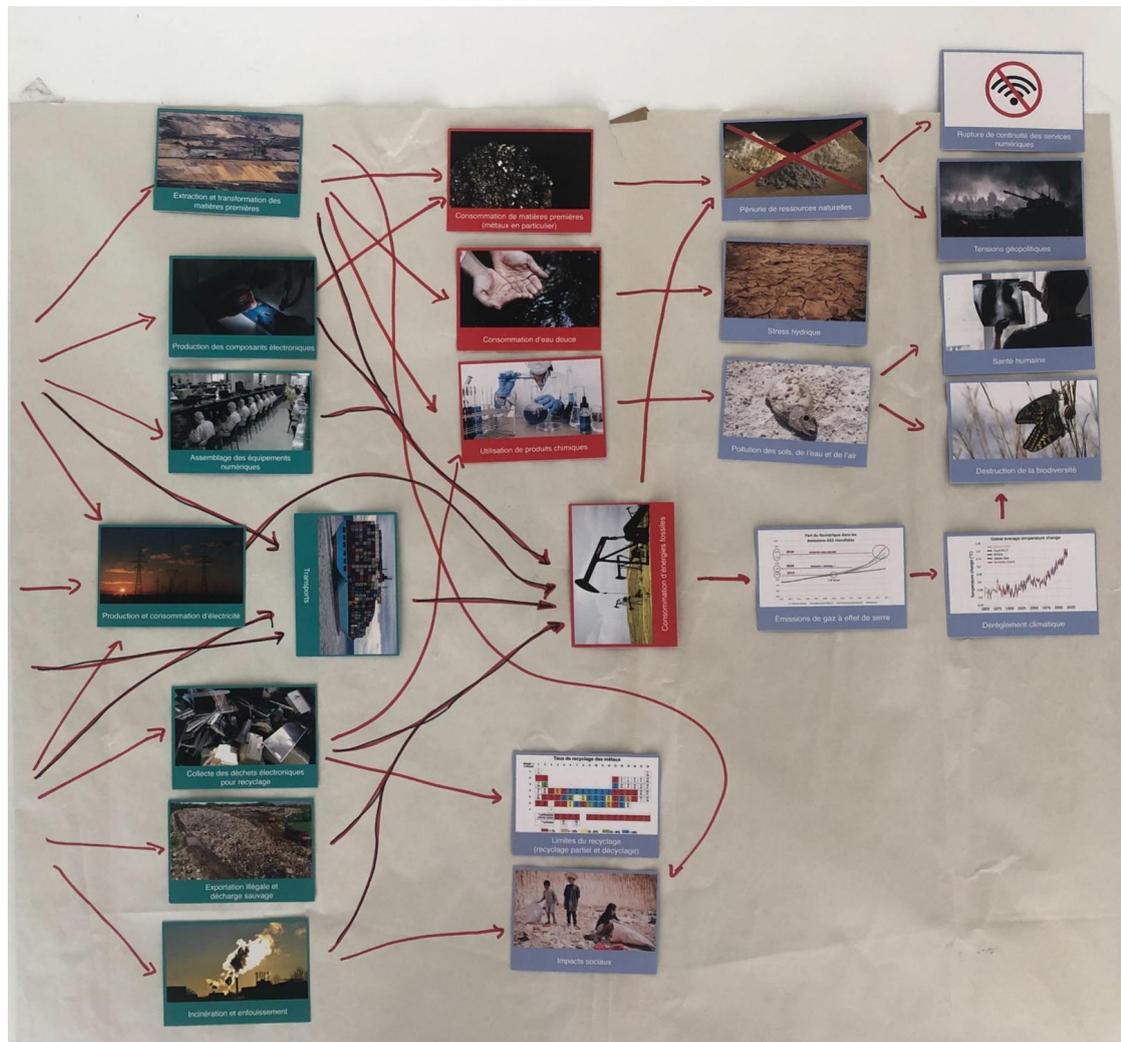
***Des quantités phénoménales de matières premières sont sorties de la croûte terrestre pour satisfaire nos besoins en numérique. Plus d'une cinquantaine de métaux différents sont présents dans un smartphone.***

***Toutes ces matières premières sont présentes en quantité limitée sur notre Terre et demandent en outre une consommation d'énergies fossiles importantes pour être extraites.***

***L'utilisation de produits chimiques pour l'extraction et la transformation mais aussi pour le traitement des déchets électroniques dans les filières de recyclage. Leur utilisation peut conduire à générer des sous-produits indésirables, pouvant entraîner des pollutions graves des eaux de surface et souterraines, ainsi que de l'air et du sol.***

*La consommation d'énergies fossiles concerne aussi bien les étapes de fabrication (extraction et transformation, etc...) que les étapes d'utilisation (production et consommation d'électricité etc...) et de fin de vie (collecte, recyclage, incinération, etc.)*

## 4ème lot



Les matières premières sont présentes en quantités limitées sur notre Terre. Plus une ressource est extraite, plus elle se raréfie, et plus son extraction se fait avec un coût économique, énergétique, matériel et écologique important. Les ressources fossiles et minérales avec lesquelles sont fabriqués nos équipements numériques et avec lesquels nous produisons notre électricité sont particulièrement demandées ainsi leur réserve risque d'arriver à épuisement plus rapidement que l'on ne le pense et engendrer des **des pénuries de ressources naturelles**.

Les déchets électroniques correctement collectés peuvent entrer en filière de recyclage. Cependant, le **recyclage a ses limites** : faible taux de recyclage et décyclage. Par conséquent, très peu de matière recyclable et donc recyclée au final. **Le recyclage n'est donc pas une solution**. En effet, d'une part, on ne sait pas tout récupérer, une faible partie seulement de la matière pourra être séparée et recyclée. La majeure partie reste donc non-recyclable. D'autre part, beaucoup de matériaux ne se recyclent pas réellement : ils se **décyclent** plutôt, c'est-à-dire qu'ils perdent en qualité à chaque passage de recyclage. Ainsi après avoir été "recyclés" quelques fois, ils deviennent non-recyclables de manière définitive. Finalement, tout procédé industriel de recyclage doit être alimenté en énergie, en

matières premières et en produits chimiques. Le recyclage reste donc une solution très partielle.

Sans certaines ressources pour alimenter et fabriquer de nouveaux équipements utilisateurs, infrastructures réseaux et data centers, **des ruptures de continuité des services numériques** deviennent possibles. Ces ruptures de continuité pourraient avoir des conséquences très variables puisque beaucoup de choses reposent sur le numérique à l'heure actuelle. Les services numériques pourraient venir à manquer là où ils sont réellement "utiles", voire vitaux, comme par exemple les services d'urgences ou les services médicaux. Ces pénuries peuvent aussi engendrer des **tensions géopolitiques** entre pays exportateurs et importateurs, tensions qui peuvent déboucher sur des conflits armés.

De plus, l'extraction et la transformation des matières premières ainsi que le traitement des déchets électroniques peuvent être réalisés dans des conditions de travail d'enfants, de travail forcé, de salaires insuffisants pour mener une vie décente, ou encore d'absence de protections face aux substances nocives pour la santé. Cela cause donc des **impacts sociaux et éthiques** importants.

En outre, les besoins gigantesques en eau de l'extraction et transformation minière provoquent de nombreux impacts dans la région tels que pollution des eaux, conflits liés au manque et **stress hydrique**. Un stress hydrique se caractérise par une situation critique qui survient lorsque les ressources en eau disponibles sont inférieures à la demande. Pour les nombreux gisements situés dans des zones déjà soumises à un manque hydrique, ces besoins en eau douce entrent donc en concurrence avec les besoins agricoles et les besoins quotidiens des populations locales.

Ensuite, l'utilisation de substances chimiques lors de l'extraction et la transformation des matières premières ainsi que résidus toxiques issus des déchets électroniques génèrent des **pollutions graves des eaux (de surface et souterraines), de l'air et du sol**.

Les pollutions locales et le dérèglement climatique sont des causes majeures de la **destruction de la biodiversité**. A savoir que la biodiversité reste essentielle à l'agriculture et à la vie de nombreuses espèces, dont la nôtre, il faut donc faire en sorte de la préserver. Ces pollutions peuvent également générer des problèmes de **santé humaine**: cancers, problèmes respiratoires, intoxications...

Finalement, la combustion des énergies fossiles **émet des gaz à effet de serre (GES)**. Aujourd'hui **le numérique est responsable d'environ 4% des émissions de GES dans le monde**. A titre comparatif, c'est environ autant que les émissions GES liées à l'aviation civile. Ce qui est très inquiétant, c'est **l'augmentation continue et rapide des émissions dans ce secteur**. Dans un contexte d'urgence climatique où nous devrions baisser nos émissions de manière globale, c'est une des dernières industries qui augmente aussi fortement son empreinte carbone. Ces émissions de GES contribuent à leur tour au **dérèglement climatique**.

Pour synthétiser cette cartographie du Numérique en une phrase : **Il y a des infrastructures de réseaux, des centres de données et surtout des équipements utilisateurs, qu'il faut fabriquer, faire fonctionner, et traiter en fin de vie. Tout cela**

**joue un rôle dans le dérèglement climatique, les pénuries de ressources, les pollutions locales, la perte de biodiversité, et la santé humaine.**

Points clés

*Nombreux impacts environnementaux et sociaux.*

*Le recyclage a ses limites : **faible taux de recyclage et décyclage**. Par conséquent, très peu de matière recyclable et donc recyclée. **Le recyclage n'est donc pas une solution***

*"Pollutions" et "Impacts sociaux et éthiques" concernent aussi bien les étapes de fabrication (extraction et transformation) que les étapes de fin de vie (recyclage).*

*La combustion des énergies fossiles **émet des gaz à effet de serre (GES) qui contribuent au dérèglement climatique.***

*Aujourd'hui, **le numérique est responsable d'environ 4% des émissions de GES dans le monde**. A titre comparatif, c'est environ autant que les émissions GES liées à l'aviation civile. Ce qui est très inquiétant, c'est **l'augmentation continue et rapide des émissions dans ce secteur (6% de croissance!)***

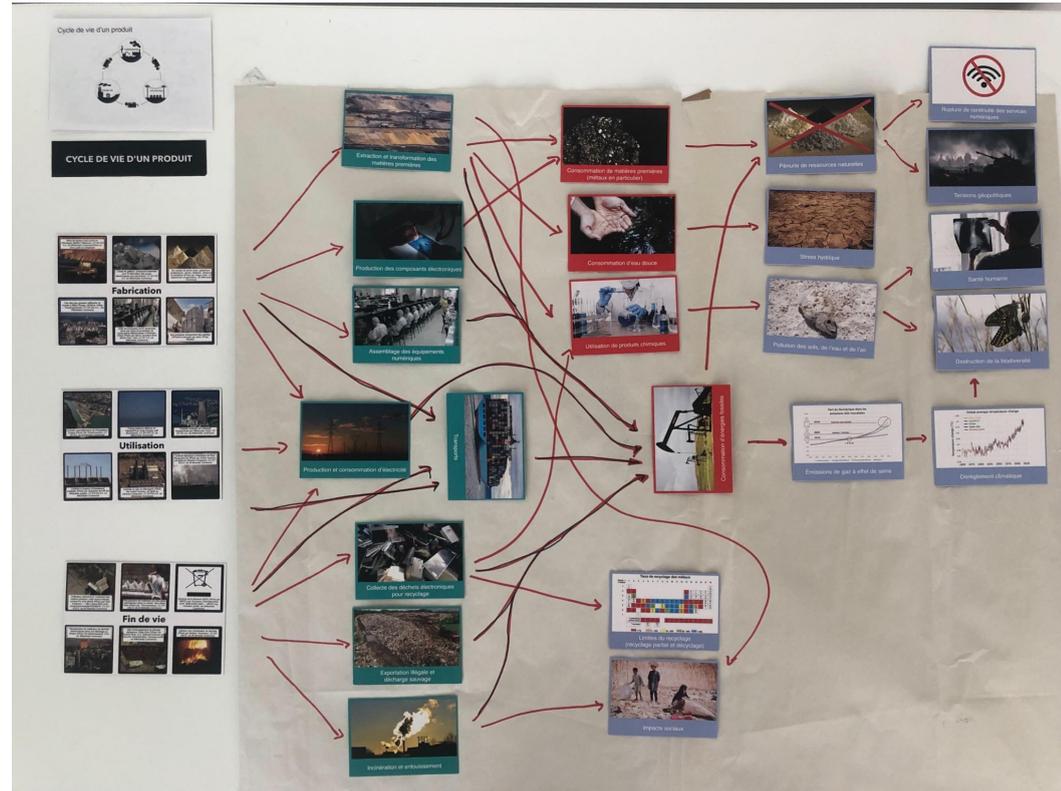
*Les pollutions locales et le dérèglement climatique sont des causes majeures de la **destruction de la biodiversité**.*

# Synthèse

Synthèse en deux phrases :

**Il y a des infrastructures de réseaux, des centres de données et surtout des équipements utilisateurs, qu'il faut fabriquer, faire fonctionner, et traiter en fin de vie.**

**Tout cela joue un rôle dans le dérèglement climatique, les pénuries de ressources, les pollutions locales, la perte de biodiversité, et la santé humaine.**



# Facteur aggravants

Pour conclure, il y a des facteurs aggravants qui contribuent à renforcer cette dynamique de croissance exponentielle dans le domaine du numérique. Ces facteurs favorisent en effet une augmentation de nos usages, achats et dépendance vis-à-vis du numérique, et par voie de conséquence les impacts environnementaux et sociaux associés.

Tout d'abord, les usages du numérique ont tendance à s'accélérer, via **la création permanente de nouveaux usages** avec les objets connectés, la blockchain, l'intelligence artificielle, le cloud gaming, la 5G, les véhicules autonomes, la réalité augmentée, les robots humanoïdes, les smart cities... Tous ces usages arrivent sans que nous posions la question en amont **de l'équilibre entre les coûts humains et environnementaux d'un côté et les bénéfices humains et environnementaux de ces usages numériques de l'autre.**

Et puis nous misons en général beaucoup sur le progrès technique pour nous aider à réduire cette empreinte, et cela sans prendre en considération, **l'effet rebond** : les gains d'efficacité prévus grâce aux innovations sont généralement compensés par une augmentation des usages et une adaptation des comportements. L'effet rebond peut être *direct* ou *indirect*.

On parle **d'effets directs** quand les gains d'efficacité provoquent une réduction du prix de la ressource et par conséquent une hausse de sa demande : à mesure que les voitures deviennent moins énergivores, je parcours plus de kilomètres. Parallèlement, les **effets indirects** surviennent quand les mêmes gains d'efficacité accroissent le pouvoir d'achat, qui se reporte sur d'autres produits dont l'impact environnemental peut être pire : l'achat d'un véhicule plus lourd de type SUV. Un scénario réaliste de progrès technologique doit donc anticiper les multiples effets rebond.

Ensuite, il y a **l'obsolescence technique** qui agit sur la réduction de la durée de vie d'un bien matériel par des facteurs techniques :

- obsolescence matérielle : fragilité, difficulté de réparation, pièces détachées introuvables ou hors de prix...
- obsolescence logicielle : incompatibilités (des programmes), ralentissements, durée limitée du support...

**L'obsolescence est programmée lorsque la réduction de la durée de vie du produit est volontairement souhaitée dès sa conception** par l'introduction de mécanismes techniques

Tandis que **l'obsolescence psychologique** est la réduction de la durée de vie et d'utilisation d'un bien par des facteurs psychologiques : l'image du produit est rapidement dévalorisée auprès de l'utilisateur via des renouvellements fréquents de gamme de produits, du marketing intensif, des effets de mode... Les Suisses changent de smartphone en moyenne tous les 2 ans alors que bien souvent leur ancien téléphone fonctionne encore.

Ainsi beaucoup d'équipements encore en état de marche restent stockés au fond d'un tiroir, avant d'être jetés des années plus tard. En Suisse, on estime que 8 millions de téléphones

sont inutilisés. Pour donner un exemple, un ordinateur avait une durée de vie de 11 ans dans les années 80, alors qu'aujourd'hui il a une durée de vie de 4 ans seulement.

**La vitesse à laquelle un équipement devient un déchet électronique s'est donc accélérée à la fois par des mécanismes d'obsolescence technique et psychologique.**

Un grand nombre de **matériel numérique encore fonctionnel demeure inutilisé** traînant dans nos tiroirs à cause de cela. Ces "au cas où" deviendront souvent des déchets quelques années plus tard.

Finalement, utiliser des équipements utilisateurs implique très souvent de se connecter à **internet**. Internet est un réseau informatique mondial et interconnecté : d'un côté les équipements utilisateurs, et de l'autre les infrastructures réseau et les centres de données.

**Plus de la moitié de l'humanité utilise internet**, et ce chiffre ne fait qu'augmenter avec les années. De même que celui du volume de données échangées. A savoir que **plus de 80% de tous les flux de données mondiaux qui transitent par internet sont des flux vidéos** ("vidéo on demand", youtube, vidéos de réseaux sociaux...). Notre **dépendance à internet** est donc croissante et engendre une consommation accrue du numérique.

Internet repose sur du matériel réel pour fonctionner : d'un côté des infrastructures de réseaux et de l'autre des centres de données. **Il n'y a donc rien d'immatériel derrière**. Son omniprésence dans nos vies et notre dépendance vis-à-vis, fait que l'on peut le voir comme un facteur aggravant.