



Extraction et transformation des matières premières



Production des composants électroniques



Assemblage des équipements numériques



Transports



Production et consommation d'électricité



Collecte des déchets électroniques pour recyclage



Exportation illégale et décharge sauvage



Incinération et enfouissement

Les composants électroniques sont constitués principalement de métaux. Ils sont fabriqués dans des salles où l'air est renouvelé et purifié en permanence car ils ne supportent pas le moindre grain de poussière. Leur production demande donc des ressources importantes en matières premières et en électricité.



© Photo: This is Engineering, via Unsplash

Les équipements numériques 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.

De nombreux transports sont donc nécessaires et ceux-ci impliquent le plus souvent la combustion d'énergies fossiles.



© Photo: Ian Taylor, via Unsplash

En fin de vie, les matériels 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*.

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



© Photo: John Cameron, via Unsplash

Certains déchets électroniques, ainsi que la part non recyclée des déchets électroniques collectés, finissent en incinérateur ou en centre d'enfouissement.

Pour l'incinération, on parle alors de "valorisation énergétique" : brûler des déchets pour produire de l'énergie. Cependant, cette valorisation n'est pas systématique et émet des gaz polluants ainsi que des résidus et des cendres. Résidus et gaz polluants qu'il faut ensuite enfouir et pouvant polluer les sols, l'eau et l'air.



© Photo: Daniel Gimbel, via Unsplash

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.

L'extraction et la transformation de ces matières premières nécessite des procédés industriels lourds, qui consomment de grandes quantités de combustibles fossiles, d'eau et de produits chimiques.



© Photo: Freepik.com

Pour obtenir un produit fini, cela nécessite la mise en place de chaînes de montage qui rassemblent les différents composants de l'équipement (carte mère, batterie, écran, micro, caméra etc) puis les assemblent au bon endroit.

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.



© Photo: Electronic Factory in Shenzhen, Steve Jurvetson from Menlo Park, USA, CC BY 2.0, via Wikimedia Commons

L'utilisation des équipements utilisateurs, infrastructures de réseaux et centres de données consomment de l'électricité pour fonctionner. Produire de l'électricité génère de multiples impacts (émissions de carbone, destruction d'écosystèmes, perte de biodiversité, pollutions, consommation d'eau, des sols et de matières premières, etc.) qu'elle qu'en soit la source (énergies renouvelables ou non).

A l'heure actuelle, le numérique consomme environ 10% de l'électricité mondiale, et ce chiffre risque d'augmenter fortement vu l'augmentation rapide des usages et du nombre d'utilisateurs.

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) et fissile (nucléaire).



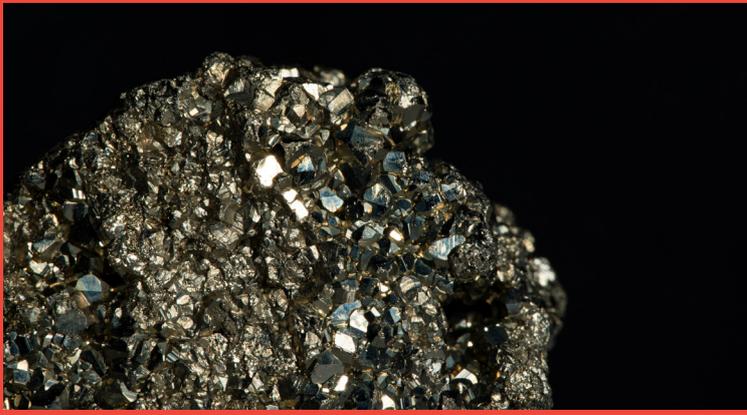
© Photo: Matthew Henry, via Unsplash

Une grande partie (60%) des déchets électroniques sont gérés par des circuits illégaux, c'est-à-dire envoyés dans des pays dits "en voie de développement" pour être "recyclés" ou plus exactement en être débarrassés.

Sur place, ils seront 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 valeurs avant d'abandonner les restes, souvent toxiques, dans des décharges sauvages à ciel ouvert.



© Photo: Vianet Ramos, via Unsplash



Consommation de matières premières
(métaux en particulier)



Consommation d'eau douce



Utilisation de produits chimiques



Consommation d'énergies fossiles

Lors de l'extraction et de la transformation des matières premières, une quantité massive d'eau douce est utilisée, principalement lors des phases de broyage et de concentration du minerai.

De même, lors de la production d'électricité, une grande quantité d'eau est utilisée pour le refroidissement des centrales électriques. C'est le cas également pour les centres de données qui doivent être refroidis.

Les industries de traitement des déchets consomment également beaucoup d'eau.

Ces besoins gigantesques en eau provoquent de nombreux impacts dans la région en question : stress hydrique, pollution des eaux, conflits liés au manque etc.



© Photo: Woman getting some water from the river to drink, via Freepik

Pour produire de l'électricité et faire fonctionner nos industries (extraction et transformation minière, chaîne de production, assemblage, livraison, filière de recyclage, d'incinération etc...), nous consommons des énergies fossiles massivement.

Ces énergies fossiles sont présentes en quantités limitées 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 (CO₂) qui est le principal gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique (= généré par les activités humaines).



© Photo: Documerica, via Unsplash

Les équipements numériques sont composés principalement de métaux. Plus de 50 métaux différents sont présents dans un ordinateur ou un smartphone.

Ces matières premières sont présentes en quantités limitées sur notre Terre et au vu de la grande consommation que nous en faisons actuellement, des risques de pénurie de ressources sont à considérer.



© Photo: Calvin Chai, via Unsplash

Lors de l'extraction et de la transformation des matières premières, des produits chimiques sont utilisés, notamment à l'étape de concentration du minerai.

De même, lors du traitement des déchets électroniques dans des filières de recyclage, des produits chimiques sont utilisés afin de récupérer certains métaux.

L'utilisation de substances chimiques génèrent des pollutions graves des eaux, de l'air et du sol.



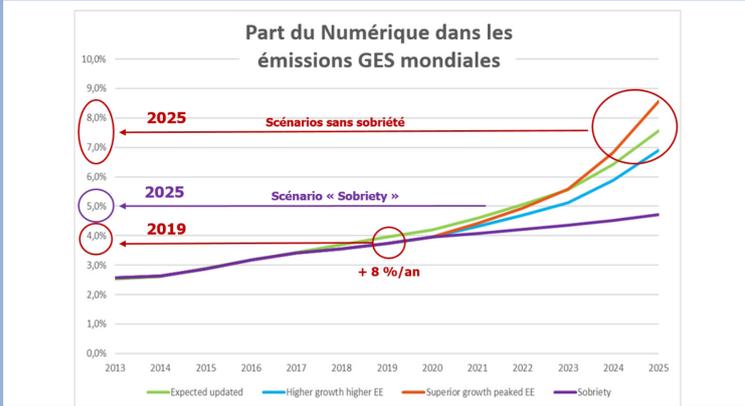
© Photo: Woman studying chemical elements, via Freepik



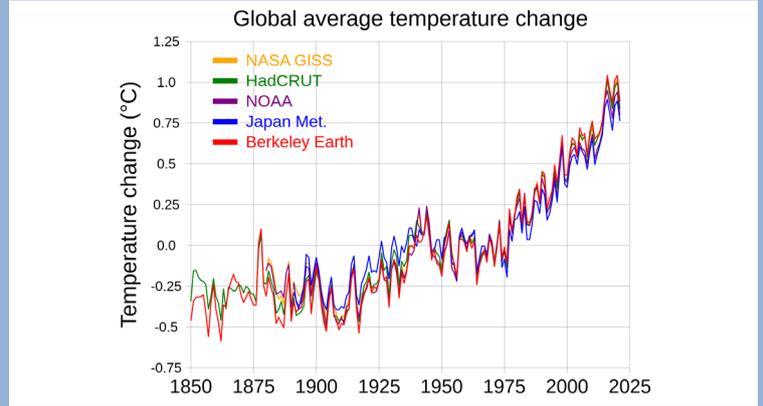
Stress hydrique



Pollution des sols, de l'eau et de l'air



Émissions de gaz à effet de serre



Dérèglement climatique



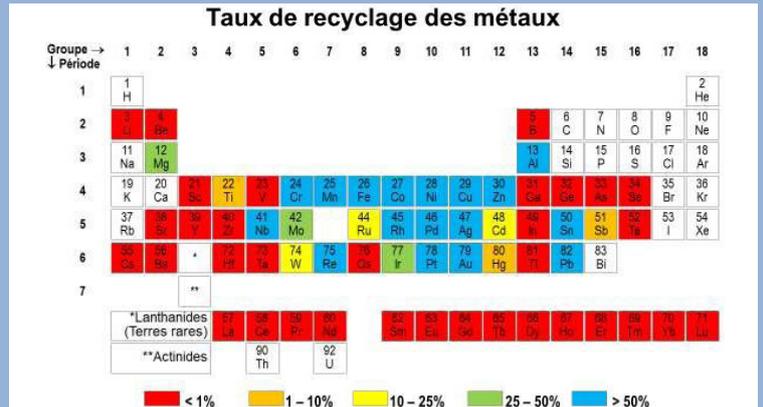
Pénurie de ressources naturelles



Rupture de continuité des services numériques



Tensions géopolitiques



Limites du recyclage (recyclage partiel et décyclage)

L'utilisation de produits chimiques lors de l'extraction et la transformation des matières premières ainsi que lors du traitement des déchets électroniques génèrent des pollutions graves des eaux, de l'air et du sol.

Ces pollutions détruisent des écosystèmes, nuisent à la biodiversité et peuvent porter atteinte à la santé humaine.



© Photo: Michael Herren, via Unsplash.com

Les gaz à effet de serre (GES) issus des activités humaines créent un phénomène d'effet de serre additionnel, ce qui entraîne une augmentation des températures moyennes sur Terre.

Cela a pour conséquence notamment d'accroître le nombre et l'intensité des événements climatiques extrêmes : canicules, sécheresses, inondations, cyclones, incendies etc. C'est le dérèglement climatique que nous vivons actuellement.



© Figure: changement de température moyenne mondiale mesurée, provenant de cinq organisations scientifiques différentes. RCraig09, via Wikimedia Commons

Sans certaines ressources-clés en métaux et en énergie pour alimenter ou fabriquer nos équipements et infrastructures numériques, 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.



Le recyclage a ses limites.

D'abord, une faible partie seulement de la matière pourra être séparée et recyclée (moins de 20% pour un smartphone). La majeure partie reste donc non-recyclable et finit en incinération ou en centre d'enfouissement.

Ensuite, beaucoup de matériaux ne se recyclent pas réellement : ils se décyclent, 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 n'est donc pas la solution idéale.



© Figure: UNEP / recycling rates of metals 2011

Le stress hydrique est une situation qui survient lorsque les ressources en eau disponibles sont inférieures à la demande.

Les exploitations minières consomment énormément d'eau douce. 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.



© Photo: Grant Durr, via Unsplash.com

Les activités humaines émettent des gaz à effet de serre (GES).

Les GES retiennent dans l'atmosphère terrestre le rayonnement solaire qui est en grande partie absorbé puis émis par la surface terrestre. Ce phénomène - appelé "effet de serre" - contribue à réchauffer la Terre et à y maintenir une température qui la rend habitable pour de nombreuses espèces animales, y compris les humains. Cependant, une trop forte concentration de GES dans l'atmosphère augmente ce réchauffement et génère un dérèglement climatique.

Le domaine du numérique n'est pas innocent car il est responsable, à l'heure actuelle, d'environ 4% des émissions mondiales de GES.



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

Les ressources naturelles sont présentes en quantités limitées sur notre Terre.

Les ressources fossiles et minérales avec lesquelles sont fabriqués nos équipements numériques et avec lesquels nous produisons notre électricité sont particulièrement demandées. Plus une ressource est extraite, plus elle se raréfie, et plus son extraction se fait à un coût économique, énergétique, et écologique important. Un risque de pénurie est donc fort probable...



© Photo: six oxydes de terres rares. Peggy Greb, US department of Agriculture, via Wikimedia Commons

La demande exponentielle de certaines ressources nécessaires au numérique pourrait provoquer des pénuries amenant à devoir faire des arbitrages entre les différents usages de ces ressources.

Cela pourrait générer des tensions géopolitiques entre pays exportateurs et importateurs pouvant déboucher sur des conflits armés.



© illustration: liuzishan, via Freepik.com



Impacts sociaux



Destruction de la biodiversité



Santé humaine



Dérèglement climatique et pollution sont des causes majeures de la perte de biodiversité. La biodiversité est elle-même essentielle à l'agriculture et à la vie de nombreuses espèces, dont la nôtre, il faut donc faire en sorte de la préserver.

L'extraction et la transformation de matières premières ainsi que le traitement des déchets électroniques peuvent être réalisés dans des conditions de travail "inhumaines" : travail d'enfants, travail forcé, salaires insuffisants pour mener une vie décente ou encore absence de protection face aux substances polluantes.



© Photo: wirestock, via Freepik.com



© Photo: jcomp, via Freepik.com

Les pollutions locales des sols, de l'eau, de l'air peuvent avoir d'importants impacts sur la santé humaine : cancers, problèmes respiratoires, intoxications...

Ces impacts sur la santé physique concernent à la fois les travailleurs des industries de l'extraction, de la transformation ou de traitement des déchets (légales ou illégales) et à la fois les populations locales vivant à proximité de ces industries.



© Photo: Freepik.com