

Le numérique peut-il être soutenable ?

Mathieu Grandperrin

Introduction

Ce que nous appelons numérique est à la fois un **système technique** (les infrastructures et équipements numériques) et un **système d'usages** supporté par ce premier¹. Mais c'est aussi un environnement : les usages, lorsqu'ils sont adoptés par la majorité, deviennent une norme et participent à créer un **environnement numérique dans lequel nous sommes plongés** . Celui-ci façonne notre société, modifie nos pratiques et leur sens et change notre rapport au monde. Pour décrire ce numérique qui irrigue tous les pans de la société et pénètre toutes les sphères de notre vie, le sociologue Dominique Boullier utilise le terme de **pervasif** ². Cet environnement numérique n'est pas le sujet de notre discussion ici, mais cela nous permet d'énoncer un fait important pour la suite : nous ne vivons pas seulement dans une société avec du numérique mais dans une **société numérisée** , ce qui pose certaines difficultés lorsqu'ils s'agit de répondre avec pertinence aux enjeux écologiques soulevés.

La partie émergée du système technique est constituée des **équipements** de notre quotidien (smartphones, équipements informatiques, télévisions, équipements connectés de plus en plus divers...) et d'équipements plus spécifiquement utilisés par des entreprises (capteurs industriels par exemple). Par l'intermédiaire d' **infrastructures réseaux** (réseaux de fibres optiques, câbles sous-marins, antennes de réseaux mobiles), les équipements sont connectés à des **centres de données** (les « datacenters »), répartis à travers le monde, où sont stockés et traités (par des calculs informatiques) des données. Ce que nous appelons le *cloud*, ce sont en fait ces centres de données, c'est-à-dire des hangars remplis d'ordinateurs et de baies de stockage (ensemble de disques durs) !

C'est la matérialité de ce système technique et les conséquences de celles-ci que nous allons d'abord prendre le temps d'explorer, afin de prendre la mesure des enjeux. Puis, nous verrons quelles sont les stratégies mobilisées

¹ The Shift Project. « [Déployer la sobriété numérique](#) » [rapport], 2019, p. 41.

² Dominique Boullier. « [Sociologie du numérique](#) », Armand Colin, 2019.

pour diminuer les conséquences négatives que le numérique peut avoir sur l'environnement, et montrerons qu'elles sont souvent insuffisantes, voire contre-productives. Nous partagerons alors une façon d'envisager le numérique rompant avec le « solutionnisme technologique³ ».

1. La matérialité du numérique

Le vocabulaire que nous utilisons pour nommer et décrire les technologies numériques façonne **un imaginaire qui nous fait oublier leur matérialité et le travail humain nécessaire** tant à leur production qu'à leur fonctionnement. Des mots tels que *cloud* (nuage) et dématérialisation évoquent la légèreté, rendant possible l'illimité, la souplesse, l'agilité, et donc l'efficacité et les gains économiques... C'est sur ce champ lexical que s'appuient les fournisseurs d'équipements et de services numériques pour promouvoir leurs produits et services. Le cloud joue ainsi le rôle d'une boîte noire masquant la complexité de l'infrastructure matérielle numérique nécessaire aux usages en ligne. Si l'invisibilisation de l'industrie, de ses travailleurs et de ses conséquences environnementales n'est en soit pas un phénomène nouveau, jamais un vocabulaire ne nous aura autant éloigné de la réalité⁴. **La fabrication des infrastructures et équipements numériques repose en fait sur une chaîne logistique mondiale fortement consommatrice de ressources** : des ressources énergétiques, des combustibles fossiles pour produire du plastique, de l'eau, du sable (d'où l'on tire le silicium, indispensable aux puces électroniques), du caoutchouc (pour les gaines des câbles terrestres et sous-marins) et, surtout, des ressources métalliques. Cette fabrication repose ainsi sur des millions de personnes dont les conditions de travail sont précaires, instables et voire même dangereuses.

1.1. Extractivisme

Notre société est passée depuis la fin du XIXe siècle d'une économie exploitant moins d'une dizaine de métaux à une économie en sollicitant une soixantaine. Les ordinateurs et smartphones sont emblématiques de cela : une cinquantaine à une soixantaine de métaux sont impliqués dans leur

³ Concept popularisé par le philosophe Evgeny Morozov, dont on trouve les racines chez le professeur d'histoire du droit, sociologue et théologien protestant Jacques Ellul : « (...) chaque progrès technique est destiné à résoudre un certain nombre de problèmes. (...) Ceci provient de ce que c'est le mouvement même de la technique, mais répond aussi à notre conviction profonde, générale dans les pays développés, que tout peut être ramené à des problèmes techniques. Le mouvement est alors le suivant : en présence d'un problème social, politique, humain, économique, il faut l'analyser de telle façon qu'il devienne un problème technique (ou un ensemble de problèmes techniques) et à partir de ce moment-là, la technique est l'instrument adéquat pour trouver la solution. » Cité dans « [Le Bluff du solutionnisme technologique, épisode II](#) », Mais où va le web ? , 2016.

⁴ Jacques Gautrand. « [Enquête La « dématérialisation » : une illusion qui nous aide à mieux comprendre la réalité du numérique](#) », Consulendo.com.

fabrication⁵. On peut distinguer trois familles de métaux sur lesquels les infrastructures et équipements numériques :

- **les grands métaux**, utilisés en grande quantité, principalement pour les fonctions structurelles du numérique (réseaux de télécommunications,...) : cuivre, aluminium et différents aciers.
- **les métaux précieux** : platine, palladium, rhodium, or, argent.
- **les petits métaux**, aussi appelés métaux rares, indispensables de par leurs caractéristiques physiques pour les produits de l'industrie de pointe. Leur production est relativement faible et ils sont principalement des sous-produits de l'industrie minière ou métallurgique. Parmi ceux-ci, l'indium, utilisé dans les écrans plats, des terres rares comme le néodyme, présent dans la quasi-totalité des disques durs, le tantale, présent dans les condensateurs électroniques, ainsi que le gallium et le germanium, nécessaires à la fabrication des semi-conducteurs. Ces métaux sont aussi pour la plupart des métaux stratégiques⁶.

Les problématiques sociales et environnementales liées à ces besoins en métaux sont celles de l'extractivisme de façon générale⁷ : expropriations et déplacements de populations ; conflits, tant à des échelles locales que nationales et internationales⁸; pollutions de l'air, de l'eau et des sols, et les conséquences pour la santé qui vont avec ; tarissement de ressources hydriques ; destruction de glaciers, forêts ou zones humides et atteinte à la biodiversité. Les conditions de travail peuvent être par ailleurs particulièrement difficiles, notamment dans les mines artisanales. Certaines de ces problématiques sont exacerbées pour les terres rares et les métaux stratégiques comme nous le verrons plus loin.

1.2. Les impacts des activités minières se matérialisent particulièrement à travers l'eau.

Nécessaire dans la quasi-totalité du processus de production des métaux, la consommation d'eau peut entrer en concurrence avec d'autres usages, dont les besoins quotidiens des populations locales et l'agriculture. Ce qui peut provoquer de fortes tensions, notamment pour les nombreux gisements situés dans des zones soumises à un stress hydrique : 70 % des exploitations minières des six principales compagnies minières dans le monde sont localisées dans des pays où il existe une pénurie d'eau⁹. Un rapport

⁵ Eric Drezet. « Les matériaux dans les équipements terminaux », Ecolinfo ; France Stratégie, Liliane Dedryver. « La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé » [rapport], 2020, p. 7.

⁶ « Métaux stratégiques », Minéralinfo (portail français des ressources minérales non énergétiques), 2015.

⁷ Caroline Weill. « Extractivisme, retour sur un concept émergent », Ritimo, 2018 ; Aurore Stephant, « Promesses de dématérialisation et matérialité minérale », [vidéo], YouTube, 2021.

⁸ Apoli Bertrand Kameni ? « Les minerais, belligères par nature », *Le Monde*, 2012.

⁹ Jean-Claude Bourbon. « Les mines, le nouveau terrain des géants de l'eau », *La Croix*, 2014.

synthétique publié par France Stratégie en 2020¹⁰ nous apprend par ailleurs que "Les activités d'extraction et de production de métaux, lorsqu'elles sont insuffisamment contrôlées, peuvent être la source d'une intense pollution, affectant divers aspects de l'environnement." (...) "Les risques de pollution des eaux de surface et souterraines sont multiples : "risques d'écoulement d'acide de mine riche en métaux toxiques, ruissellement d'eaux chargées de sédiments lors de tempêtes, débordement des bassins de décantation de résidus toxiques de la mine, voire rupture du barrage de retenue de ces bassins." De plus, "l'acidification des cours d'eau et le dépôt de métaux nocifs dans leur lit provoquent une contamination – voire une disparition – de la faune aquatique qui peut s'étendre très en aval des sites miniers." L'assèchement de la ressource en eau et les diverses pollutions, dont les effets se font sentir longtemps après la fermeture de l'exploitation minière, peuvent ainsi forcer des populations locales à l'exil. En Amérique latine, la question de l'eau joue souvent un rôle central dans les conflits entre les communautés et les exploitants miniers ou les gouvernements locaux. Ces conflits se soldent parfois par des assassinats de défenseurs des droits à la terre et de l'environnement¹¹. Dans ce contexte, des organisations défendent un droit à l'eau "conçu comme un droit politique, c'est-à-dire qu'il devrait impliquer le respect de l'autonomie des populations concernées, ainsi que leur droit à décider de leur propre avenir et de celui de leur territoire."¹²

1.3. Les terres rares

Les terres rares sont un groupe de 17 métaux qui possèdent des propriétés physiques qui les rendent indispensables dans de nombreuses applications industrielles, et notamment les technologies numériques pour certaines d'entre elles. Elles sont assez médiatisées de par la dépendance mondiale vis-à-vis de la Chine qui possède un quasi-monopole sur leur production et leur rôle dans la guerre commerciale sino-américaine. **Ce quasi-monopole n'est pas tant lié à la répartition des ressources qu'à une question de législation environnementale.**

Relativement abondantes dans l'écorce terrestre, leurs gisements sont en revanche généralement peu concentrés. Il est ainsi peu commun de trouver des gisements d'utilité commerciale. Ayant des propriétés chimiques très voisines, les différentes terres rares se trouvent mélangées dans un même minerai, qui peut également contenir des éléments radioactifs. Le traitement

¹⁰ France Stratégie, Liliane Dedryver. « La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé » [rapport], 2020, p. 27.

¹¹ « Le nombre d'assassinats de militants pour la défense de la terre et de l'environnement en une année a été plus élevé que jamais, s'alarme Global Witness », Global Witness, 2020.

¹² France Libertés et Observatoire des multinationales, Olivier Petitjean. « Droit à l'eau et industries extractives : la responsabilité des multinationales » [rapport], 2016.

pour extraire les métaux est ainsi particulièrement long, énergivore et polluant, et génère des déchets contenant des substances radioactives.

La mine étatsunienne de Mountain Pass fut un un temps la plus grande mine de terres rares. Suite à une série de pollutions et incapable de financer les investissements nécessaires au respect des nouvelles mesures environnementale, elle ferma en 2002. Elle fut rouverte en 2012, fit faillite deux ans plus tard, et finalement rachetée par un consortium sino-américain en 2017. En France, la raffinerie de Rhône-Poulenc à La Rochelle purifiait 50% du marché mondial de terres rares dans les années 80. En raison des craintes de la population et de la pression médiatique face aux risques de radioactivité¹³, il fut décidé de sous-traiter à la Chine une partie du raffinage. Ainsi, **la Chine ne s'est pas imposée sur le marché des terres rares grâce à des ressources exceptionnelles, mais grâce à des salaires faibles et à l'absence d'une législation environnementale contraignante.** Aujourd'hui, la plus grande mine de terres rares au monde se trouve à Bayan Obo en Mongolie-Intérieure, au nord de la Chine. 70 % de la production mondiale de terres rares sont traitées à Baotou, à 120 km de Bayan Obo. Bien que provoquant un désastre environnemental et sanitaire¹⁴, les publications sont assez peu nombreuses.

1.4. De nouveaux territoires

De nouveaux territoires miniers attisent les convoitises : le Groenland¹⁵ et les fonds marins¹⁶ seraient riches en terres rares et autres métaux. Ce qui inquiètent Groenlandais, ONG environnementales et chercheurs.

Il est a noté qu'à l'heure où certaines voix proposent la réouverture de mines en France¹⁷, les pouvoirs publics prennent tout juste la mesure de la pollution des sols résultant de son passif minier.¹⁸

¹³ Giulietta Gamberini. « Métaux rares : la réouverture de mines en France est-elle envisageable ? », *La Tribune*, 2018

¹⁴ Cécile Bontron. « En Chine, les terres rares tuent des villages », *Le Monde*, 2012 ; Richard Jones. « Inside China's secret toxic unobtainium mine », *Mail Online*, 2010 ; Tim Laughan. « Baotou toxic lake » [vidéo], *YouTube*, 2014.

¹⁵ Marine Duc. « L'extractivisme sans extraction ? Au Groenland, des politiques de développement territorial entre volontarisme minier et dépossessions », *Géoconfluences*, 2017 ; Aurélien Germain. « Terres rares : ça chauffe au Groenland ! », *La Nouvelle République*, 2021.

¹⁶ Vincent Lucchese. « L'avenir des fonds marins, entre eldorado minier et désastre écologique », *Usbek & Rica*, 2020.

¹⁷ Philippe Bihouix. « Philippe Bihouix : contre l'ouverture de mines de terres rares en France », *Socialter*, 2018.

¹⁸ Sénat. « Commission d'enquête sur les problèmes sanitaires et écologiques liés aux pollutions des sols qui ont accueilli des activités industrielles ou minières, et sur les politiques publiques et industrielles de réhabilitation de ces sols » [rapport], 2021.

1.5. Conditions de travail

D'après France Stratégie, si les conditions de travail varient en fonction des législations nationales, la concentration des activités extractives dans les pays moins regardants sur ces questions amène à considérer qu'il s'agit d'**un enjeu majeur dans de nombreuses exploitations**.

Un cas particulièrement problématique est celui de la République Démocratique du Congo dont est originaire la majorité du cobalt produit dans le monde, extrait par des multinationales s'accaparant les profits¹⁹. Le débouché principal de ce métal se trouve dans les batteries rechargeables des équipements électroniques et des véhicules électriques. 20 % du cobalt produit en RDC provient de l'exploitation minière dite artisanale, c'est-à-dire réalisée de façon rudimentaire. Ce type d'exploitation employait en 2012, selon l'UNICEF, 40 000 enfants dans la seule région du sud du Katanga, soit environ un tiers du nombre total de travailleurs, beaucoup d'entre eux étant impliqués dans l'exploitation du cobalt. Ceux-ci travaillent dans des conditions extrêmement difficiles et sont exposés à des risques d'accidents, sanitaires et de violences physiques. Si le travail des enfants en RDC n'est pas propre au secteur minier, l'OIT indique que "le secteur minier est de loin le plus dangereux pour les enfants en termes de lésions mortelles" et que le "cobalt peut endommager le cœur, la thyroïde et les poumons et exacerber l'asthme professionnel"²⁰.

Par ailleurs, le BRGM^{*21} nous apprend que "malgré une tendance de fond vers la substitution du cobalt par du nickel dans les batteries Li-ion équipant les véhicules électriques, les batteries rechargeables équipant les appareils électroniques privilégient de fortes teneurs en cobalt et représentent 60% de l'usage du cobalt au sein des batteries rechargeables. Ainsi, le développement des technologies compatibles 5G devrait contribuer à tirer la demande en cobalt vers le haut."

De façon plus général, les problèmes relatifs à la sécurité et la santé des mineurs se concentrent dans les extractions minières artisanales indique le rapport France Stratégie : "éboulement et explosion dans les mines ; inhalation des poussières, exposition à des radiations et à des produits chimiques toxiques à l'origine de maladies respiratoires, cancers, affections neurologiques et aberrations chromosomiques ; troubles musculaires et squelettiques liés à la pénibilité du travail ; maladies liées aux conditions d'hébergement des travailleurs (par exemple choléra)".

¹⁹ Tony Busselen, « [Le Congo, le cobalt et les grandes multinationales minières](#) », solidaire.org, 2018

²⁰ Amnesty International. « [République Démocratique du Congo. « Voilà pourquoi on meurt » Les atteintes aux droits humains en République Démocratique du Congo alimentent le commerce mondial du cobalt](#) » [rapport], 2016.

²¹ « [Fiche de criticité du tantale](#) », Minéralinfo, 2020.

1.6. L'industrie extractive, facteur clé de l'instabilité politique de certaines régions

Les conséquences de l'industrie minière ne sont pas seulement sociales et environnementales, elles sont aussi politiques. "**La constitution des minerais stratégiques en sources de conflits et de guerres résulte du croisement conjugué d'enjeux locaux et globaux** : d'une part, les luttes et rivalités à l'échelon national pour le contrôle des mines et de leurs retombées économiques et, d'autre part, la course internationale, souvent prédatrice, aux minerais indispensables aux innovations économiques et technologiques" explique Apoli Bertrand Kameni²². C'est particulièrement le cas du coltan, le minerais contenant le tantale, métal qui a rendu possible la miniaturisation des équipements numériques. Ce minerais a été un facteur clé dans « grande guerre d'Afrique » (1998-2003), qui a constitué le plus important conflit interétatique de l'histoire de l'Afrique contemporaine – avec plus trois millions de morts et un million de déplacés au total - et alimente encore aujourd'hui des luttes armées dans la région du Kivu en République Démocratique du Congo.²³

1.7. Déchets

La matérialité du numérique s'exprime particulièrement à travers les déchets. Les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), dont font partie **les déchets numériques, sont collectés en Europe à hauteur de 35%**²⁴. Les déchets restants sont mis en décharge, brûlés ou ont fait l'objet d'un commerce illégal et d'un traitement non conforme aux normes.²⁵ Or, lorsqu'ils sont traités de façon impropre, les déchets numériques sont la source de pollution qui peuvent avoir des conséquences pour la santé. Les photos de la décharge d'Agbogbloshie au Ghana, l'une des plus grandes au monde, qui reçoit des déchets du monde entier, montrent de façon saisissante l'envers du décor de notre société numérique²⁶.

²² Apoli Bertrand Kameni. « La dynamique conflictogène des minerais stratégiques. Entre minérorivalités nationales et minérotropisme international », *Revue internationale et stratégique*, n° 91, 2013.

²³ Melvil Bossé. « Afrique. Minerais de sang et néocolonialisme en République Démocratique du Congo (RDC) Le conflit au Kivu, zone grise en proie à de cruciales rivalités géoéconomiques », *diploweb.com*, 2020.

²⁴ CWIT consortium, « Countering WEEE Illegal Trade Summary Report, Market Assessment, Legal Analysis, Crime Analysis and Recommendations Roadmap » [rapport], 2015

²⁵ France Stratégie, Liliane Dedryver. « La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé » [rapport], 2020, p. 37.

²⁶ Voir : Laurent Filippi. « La décharge de déchets électroniques d'Agbogbloshie, véritable défi économique et environnemental pour le Ghana », *franceinfo*, 2020.

1.8. Énergie et émissions de gaz à effets de serre

En France, les trois quarts de la consommation d'énergie du secteur numérique provient de la phase d'utilisation des équipements. Elle se répartit entre les consommations des terminaux (70%), des réseaux (8%) et des centres de données (23%). Le quart restant provient de l'énergie consommée lors de la phase de production des équipements et infrastructures. Mais cette phase contribue à hauteur de 80% aux émissions de gaz à effets de serre.²⁷ Cela s'explique par le fait que l'énergie consommée lors de la production est bien plus carbonée (gaz, charbon, pétrole) que celle consommée en France pour faire fonctionner les équipements terminaux²⁸ (la production d'électricité en France reposant à 70% sur l'énergie nucléaire).

1.9. Assemblage

Le vocabulaire de la dématérialisation gomme le travail humain nécessaire à l'extraction des matières premières, mais aussi celui pour assembler les équipements, qui peut être fait dans **des conditions contraires au droit du travail**²⁹, voire de **travail forcé dans des camps de « rééducation » en Chine**.³⁰

1.10. Perspectives

L'imaginaire d'un numérique immatériel est permis par l'éloignement géographique de la quasi-totalité, si ce n'est l'ensemble, des étapes de fabrication de nos équipements, principalement réalisés en Afrique, en

²⁷ The Shift Project. « Déployer la sobriété numérique » [rapport], 2019.

²⁸ Notons que les terminaux consomment indirectement de l'électricité lorsqu'ils échangent des données via Internet. Le plus gros fournisseur de cloud public est Amazon Web Services (AWS), dont certains centres de données reposent sur la consommation de charbon. « *Tous les nouveaux data centers (d'AWS) construits dans le cluster d'Ashburn, près de Washington DC, sont approvisionnés au charbon. (...) La croissance exceptionnelle des data centers sur ce vaste site justifie, pour Dominion, la compagnie électrique locale, de soutenir le développement du Atlantic Coast pipeline dont les effets environnementaux sont estimés dévastateurs sur les montagnes Appalaches et les émissions de CO2 et pollutions.* » peut-on lire dans le working paper « Territoires numériques et transition énergétique : les limites de la croissance » (Cécile Diguët et Fanny Lopez, 2019). Par ailleurs, lorsque la consommation électrique liée au refroidissement d'un centre de données diminue, ceci peut l'être au détriment de la consommation d'eau : voir « La voracité en eau des data centers Google » (Benjamin Terrasson, Siècle Digital, 2020). »

²⁹ « Apple veut servir l'humanité (mais pas toute l'humanité) » [Émission de radio], France Culture, 2019.

³⁰ Mathilde Rochefort. « L'un des principaux fournisseurs d'Apple en Chine accusé d'exploiter des Ouïghours », Siècle Digital, 2020. Il ne s'agit cependant pas que d'Apple (voir le rapport de l'Australian Strategic Policy Institute « Uyghurs for sale ») et les Ouïghours ne sont pas la seule ethnie concernée par les camps de travail : entre 900.000 et 1,8 million de musulmans d'origines de différentes origines ethniques seraient internés (Robin Tutenges. « Les Ouïghours ne sont pas la seule minorité internée dans des camps en Chine », Slate.fr, 2020).

Amérique du Sud et en Asie, souvent d'anciennes colonies, avec des pratiques qui peuvent être qualifiés de néocoloniales³¹

Évidemment, les équipements numériques ne sont ni les seuls ni les principaux consommateurs de ressources minières. Mais la demande en certains métaux, tel le tantale, est spécifiquement portée par les constructeurs d'infrastructures et équipements dédiés aux services numériques. Voici une conclusion que livre le rapport de France Stratégie : « S'il est donc disproportionné de stigmatiser le numérique par rapport à d'autres secteurs sur ce terrain, l'objectivation de la consommation en métaux du numérique constitue un préalable indispensable à une prise de conscience trop longtemps repoussée. En effet, concernant le numérique, le principal enjeu pour la société est sans aucun doute de briser l'illusion d'un secteur immatériel, pour permettre une appréhension pleine et entière de ses impacts et à terme le développement de nouveaux leviers d'action. »

Pour faire face à la problématique des "minerais de conflits", des réglementations se mettent en place (depuis le 1er janvier 2021 dans l'Union Européenne) mais dont la portée semble limitée³².

Et face à la préoccupation croissante vis-à-vis des conséquences environnementales de l'industrie minière, des discours et initiatives pour des mines "responsables"³³, "soutenables" voire "propres" voient le jour depuis une dizaine d'années. **La mine propre est bien sûr une illusion, une mine ne peut jamais être neutre. Mais peut-elle être "acceptable" ? Et, si elle peut l'être, une généralisation de celles-ci est-elle réaliste ?** Cette question soit se poser au regard du contexte dans lequel nous nous trouvons :

- **Une production d'équipements numériques en croissance**, due à l'augmentation de la démographie et de la part de population souhaitant accéder à ces biens de consommation, ainsi qu'au développement de nouveaux usages et équipements, associé à une obsolescence rapide des équipements³⁴,
- **Une chaîne de production mouvante, complexe et mondialisée :**
 - faisant intervenir une grande diversité de minerais, dont l'exploitation peut alimenter des problématiques économiques³⁵ et géopolitiques,
 - avec des exploitations minières dont la rentabilité est dépendante du cours financier des métaux qu'elles produisent,

³¹ Lire par exemple, concernant les anciennes colonies françaises en Afrique : « [Le véritable New Deal avec l'Afrique c'est d'en finir avec son pillage et le néocolonialisme !](#) », survie.org, 2021

³² Agathe Smyth. « [Nouvelle année, nouvelles règles contre les minerais de conflits](#) », Revue Démocratie, 2021.

³³ « [La mine en France : l'état de l'art Tome 9 - Le concept de "mine responsable". Parangonnage des initiatives mondiales](#) », Minéralinfo, 2017 ; [L'initiative « Mine responsable » passée au crible](#), SystExt, 2016.

³⁴ L'obsolescence peut avoir de multiples causes : logicielle, matérielle, psychologique.

³⁵ Voir la « [Malédiction des ressources naturelles](#) » sur Wikipédia.

- des métaux dont la demande fluctue au gré des innovations technologiques, avec une difficulté de répondre à court terme à une hausse de demande³⁶, d'autant plus dans des conditions "convenables".
- une production souvent localisée dans des États qui n'ont pas les moyens de faire respecter les réglementations en vigueur, lorsqu'elles existent.

2. Réduire les impacts du numérique et l'améliorer : stratégies couramment avancées

2.1. Le recyclage

Outre les taux de collecte insuffisants, le recyclage des équipements numériques présente plusieurs difficultés. Notamment parce que l'utilisation des petits métaux sous forme d'alliages complexes rend difficile leur identification et leur séparation, et lorsqu'ils le sont, leur pureté devient insuffisante pour assurer les fonctions high-tech pour lesquelles ils étaient initialement utilisés. Par ailleurs, le recyclage peut avoir des coûts plus élevés que celui de l'extraction de la matière première, et les rythmes d'innovation peuvent rendre incertaine la rentabilité d'une usine de recyclage. La plupart des petits métaux utilisés dans les équipements électroniques présentent ainsi aujourd'hui des taux de recyclage inférieurs à 1%.

2.2. Les écogestes

« Un écogeste est un geste, souvent simple et quotidien, que chacun de nous peut faire afin de diminuer la pollution et améliorer son environnement. » Souvent promus³⁷ ils peuvent permettre de sensibiliser à une problématique, mais peuvent également focaliser l'attention sur des actions qui ont relativement peu d'effets, faire reposer la responsabilité d'un « bon usage » sur l'individu et détourner d'une compréhension systémique des enjeux. Typiquement, si trier ses mails peut avoir des bénéfices en termes d'organisation personnelle, l'intérêt est marginal d'un point de vue environnemental et n'interroge aucunement les choix faits par des organisations ou des responsables politiques ou encore les modèles économiques du numérique.

³⁶ La mise en valeur des gisements exige du temps.

³⁷ Par les entreprises, les organisations publiques, notamment l'État (voir « [Sensibilisation aux écogestes](#) », [economie.gouv.fr](#)).

2.3. L'optimisation

La proposition la plus souvent avancée pour réduire l'impact d'un équipement, d'un procédé ou d'un service est d'améliorer sa performance. **L'angle mort de cette approche est celui de l'effet rebond.** L'effet rebond peut-être défini comme « l'augmentation de consommation liée à la réduction des limites à l'utilisation d'une technologie, ces limites pouvant être monétaires, temporelles, sociales, physiques, liées à l'effort, au danger, à l'organisation...»³⁸

Ainsi, l'amélioration des performances des voitures en matière de consommation de carburant n'a pas eu comme conséquence une baisse de cette consommation. Il s'agit d'un effet rebond dit « direct ». Il existe aussi des effets rebonds « indirects », lorsque des économies faites (sur le carburant par exemple) libèrent du pouvoir d'achat pour des dépenses d'une autre nature (par exemple, pour prendre l'avion). L'amélioration technique peut donc conduire à une augmentation des impacts plutôt qu'à leur diminution.

Malgré le fait que l'effet rebond soit un phénomène identifié depuis fort longtemps (dès 1865 par William Stanley Jevons³⁹ qui constatait que la consommation anglaise de charbon avait fortement augmenté après que James Watt a introduit la machine à vapeur - ce qui à l'époque n'était pas considéré comme un problème mais comme un signe positif de vitalité économique), l'amélioration de la performance est toujours aujourd'hui considéré comme une solution aux problèmes environnementaux, et un pilier du développement durable.

Appliqué au numérique, cela signifie que :

- L'amélioration de l'efficacité énergétique ou de l'efficacité matière d'un équipement numérique, dans un contexte de production de nouveaux usages, ne permet pas de réduire les conséquences environnementales du numérique. Au contraire, c'est même cette amélioration qui peut permettre de nouveaux usages. C'est par exemple le cas de la 5g, qui en soit est plus performante que la 4g, mais a été pensée pour développer de nouveaux usages⁴⁰.
- L'amélioration de l'efficacité énergétique est relative : Par exemple, lors du calcul de l'efficacité énergétique des smartphones, on ne tient pas compte de la génération précédente de "dumbphones" beaucoup moins gourmands en énergie, alors qu'ils étaient courants il y a moins d'une décennie⁴¹.

³⁸ François Schneider. « L'effet rebond », l'Écologiste, 2003.

³⁹ « Paradoxe de Jevons », Wikipédia.

⁴⁰ « Un appel à projet pour développer des applications de la 5G au quotidien », economie.gouv.fr, 2021.

⁴¹ Kris De Decker traduit par Augustin Isaac. « Aveuglés par l'efficacité énergétique : Se concentrer sur l'efficacité énergétique, c'est rendre indiscutables nos modes de vie actuels. », lowtechmagazine.com, 2020.

- Le numérique, utilisé pour l'amélioration d'un service ou d'un procédé (éventuellement dans un objectif de réduction d'impact environnemental) peut conduire à l'intensification de cet usage. L'exemple le plus classique est celui du covoiturage, dont le développement, grâce aux plateformes numériques, s'est en partie fait au détriment du train, et a entraîné une hausse de la fréquence de déplacements.

Fabrice Flipo montre dans son ouvrage « La numérisation du monde, un désastre écologique » la façon dont l'association d'acteurs industriels Global Enabling Sustainability Initiative (GeSI) a réagi aux calculs de la société de conseil Gartner, qui montrait que le numérique était responsable de 2% des émissions de gaz à effet de serre globales : dans la publication Smart 2020, le GeSI affirmait que le numérique permettrait de réduire de 15% (puis de 20% dans une publication ultérieure) l'empreinte carbone d'autres secteurs industriels. En indiquant toutefois que cette réduction était dépendante de la mise en place d'un cadre contraignant permettant de contenir les émissions et assurer la maîtrise des effets rebonds. « Les promesses bruyamment mises en avant, et reprises dans de nombreux cercles de décision, non seulement ne reposaient sur aucune analyse sérieuse, mais permettaient à l'industrie de se donner bonne image, tout en reportant la responsabilité sur le consommateur, ou sur le législateur » analyse Fabrice Flipo. Dans une publication de 2019, l'association GSMA partage des promesses similaires à celles du GeSI, en se défaussant également de la responsabilité de tout effet rebond⁴².

3. Accélération et intensification

Finalement, des effets majeurs du numérique se trouvent dans l'accélération des flux (financiers, de marchandises) et l'intensification des activités qu'il rend possible. Jean-Marc Jancovici affirme ainsi que l'effet premier des techniques de l'information est l'augmentation des volumes de biens matériels produits ou consommés, « en facilitant l'efficacité commerciale, la gestion de la chaîne logistique pour des gros volumes, la recherche de nouveaux produits, et plus généralement l'accélération de l'activité des entreprises manufacturières. »⁴³ C'est également ce qu'affirment les chercheurs Françoise Berthoud et Pierre-Yves Longaretti : « Pas de révolution logistique sans montée en puissance des technologies numériques. L'accélération du commerce mondial nécessite un saut qualitatif dans le traçage en temps réel des marchandises (Keucheyan, 2019), et ce d'autant plus du fait de la multiplication des intervenants, notamment des sous-traitants, et de l'allongement des chaînes de production. Il s'agit de supprimer les temps morts et de réduire les stocks en identifiant les points de ralentissement et d'arrêt. Dans cette course, le GPS,

⁴² Pour une analyse des hypothèses et résultats présentés dans les publications de la GeSI et de la GSMA, voir Gauthier Roussilhe, « [Que peut le numérique pour la transition écologique ?](#) », 2021

⁴³ « [Informatique durable : Corrélation entre flux d'informations et flux physiques](#) », Wikipedia, depuis Jean-Marc Jancovici, « L'avenir climatique », pp 259 à 261.

les codes-barres, les logiciels de gestion, les puces RFID qui sont placées dans les produits ou leur emballage, le Big Data et ses algorithmes jouent un rôle prépondérant. Ce point constitue très vraisemblablement l'impensé le plus important du rôle du numérique sur la destruction environnementale »⁴⁴.

Des effets qui se font ressentir dans nos rythmes de vie⁴⁵ et de travail⁴⁶.

4. Le numérique peut-il être responsable ?

Face aux constats des conséquences socio-environnementales du système numérique les concepts de Green IT ("technologie de l'information verte") puis plus récemment de numérique responsable ont été développés. Cependant, ceux-ci restent globalement dans la logique d'optimisation discutée précédemment. « *Le numérique responsable permet la croissance de la productivité et de la performance.* »⁴⁷ peut-on par exemple lire. Les effets rebonds ne sont pas considérés, et les conséquences sur les personnes, aussi bien en amont du côté de l'extraction et de la fabrication, que du côté des "travailleurs du clic" et des livreurs sont peu mises en avant si ce n'est absentes des discours.

Que signifie donc l'empressement des entreprises ou des organisations publiques à mettre en place des démarches de numérique responsable ? S'agirait-il d'une question d'image, ou de rendre le numérique acceptable ?

Si l'on regarde l'ensemble des conséquences socio-environnementales produites par le numérique, il est difficilement envisageable de le qualifier de responsable, ou soutenable, tant qu'il reste dans son modèle actuel d'obsolescence et d'expansion. Or ce modèle n'est pas remis en question. Le chercheur Jacques Combaz affirme par exemple que « l'effet rebond fait partie du modèle économique de la 5g »⁴⁸, ce qui semble être confirmé par les appels à projets récent au développement de nouveaux services⁴⁹. Mais alors que le réseau 5g est encore en déploiement, la 6g que l'on promet 100 fois plus rapide déjà en préparation chez les industriels⁵⁰.

⁴⁴ Pierre-Yves Longaretti et Françoise Berthoud. « Le numérique, espoir pour la transition écologique ? », *L'Economie politique*, 2021

⁴⁵ Déborah Corrèges. « La tyrannie de la vitesse », *Sciences Humaines*, 2012.

⁴⁶ Augmentation des rythmes de travail et multiplication des tâches, voir « L'expérience client éclipse l'expérience travailleur », Ouishare, 2020

⁴⁷ MOOC INR - Pourquoi est-ce important ? - Les impacts du numérique

⁴⁸ Podcast « F(r)ictions numériques - Épisode 1 : Numérique & environnement, des optimisations aux effets rebonds », Ouishare, 2021

⁴⁹ Un appel à projet pour développer des applications de la 5G au quotidien, economie.gouv.fr

⁵⁰ « La Chine mène une lutte acharnée pour dominer la 6G », Siècle Digital, 2021

5. L'informatique quantique, un cas d'école

Autre innovation en préparation et recevant le soutien de financements publics⁵¹ : l'informatique quantique, qui devrait dans certains cas d'applications précis permettre « une accélération exponentielle du temps de calcul »⁵². Des gains environnementaux sont attendus : « L'avantage quantique pourrait-il être environnemental ? Plus efficaces que les ordinateurs conventionnels, les calculateurs quantiques pourront résoudre des problèmes complexes plus rapidement, réduisant potentiellement le coût environnemental du numérique. Surtout, selon une étude du BCG, le calcul quantique pourrait accélérer la transition écologique dans un futur proche. *"Après le Covid-19, la prochaine crise majeure pour l'humanité sera liée au changement climatique"*, avertit Jean-François Bobier, associé du cabinet, lors d'une conférence au Quantum Business Europe. Face à ce constat, le calcul quantique pourrait offrir une solution, en permettant "d'optimiser les usages", affirme-t-il. Au-delà d'optimiser les flux de transports et la consommation d'énergie – réduisant ainsi la pollution – le calcul quantique permettra surtout des progrès majeurs dans la science des matériaux. »⁵³ Ainsi, « en signant un partenariat avec la start-up britannique Cambridge Quantum Computing, le groupe Total s'engage dans le calcul quantique. L'objectif : développer des algorithmes quantiques permettant d'améliorer les matériaux utilisés pour le captage de CO₂. »⁵⁴

Parmi les technologies quantiques actuellement en développement, les capteurs quantiques, « d'une sensibilité et d'une précision unique » font partis des plus abouties. Ils permettront de faciliter la prospection de ressources naturelles.⁵⁵

L'optimisation des flux est présentée comme une source de gains environnementaux et la problématique environnementale est réduite à une question de CO₂, contrainte dont l'on pourra peut être s'affranchir grâce au stockage, permettant ainsi d'extraire toujours plus de ressources... sans considération pour les conséquences directes et tangibles qui en découlent. Par ailleurs, la rhétorique du retard joue déjà à fond : « La France est pour l'instant à la traîne sur le développement de l'informatique quantique et il devient nécessaire pour l'Hexagone de se mettre en ordre de bataille si le pays entend vouloir rivaliser face à d'autres puissances. » nous dit l'Usine digitale...⁵⁶

⁵¹ « [Emmanuel Macron dévoile un plan d'1,8 milliard d'euros pour la technologie quantique](#) », L'Usine Digitale, 2021

⁵² « [Une informatique à réinventer pour le calcul quantique](#) », CNRSlejournal.fr, 2021

⁵³ « [\[L'instant tech\] Le calcul quantique, future arme contre le dérèglement climatique](#) », L'Usine Nouvelle, 2021

⁵⁴ « [Total mise sur le quantique pour doper ses procédés de capture du CO₂](#) », L'Usine Nouvelle, 2021

⁵⁵ « [Les capteurs, l'autre révolution quantique](#) », lejournal.cnrs, 2021

⁵⁶ « [Emmanuel Macron dévoile un plan d'1,8 milliard d'euros pour la technologie quantique](#) », L'Usine Digitale, 2021

6. Le numérique, un commun négatif ?

Le pionnier de l'écologie politique André Gorz, dans le texte « Leur écologie et la nôtre » publié en 1974⁵⁷, proposait une devise pour une société écologique et juste : « Seul est digne de toi ce qui est bon pour tous. Seul mérite d'être produit ce qui ne privilégie ni n'abaisse personne. Nous pouvons être plus heureux avec moins d'opulence, car dans une société sans privilèges, il n'y a pas de pauvres. » Force est de constater que le numérique tel que nous le connaissons n'est pas bon pour tous, et semble difficilement pouvoir l'être. Peut-être faut-il le considérer comme un « commun négatif », dont la définition proposée par juriste Lionel Maurel⁵⁸ et le philosophe Alexandre Monnin⁵⁹ est la suivante :

« Les communs négatifs désignent des "ressources", matérielles ou immatérielles, « négatives » tels que les déchets, les centrales nucléaires, les sols pollués ou encore certains héritages culturels (le droit d'un colonisateur, etc.). Tout l'enjeu étant d'en prendre soin collectivement (commoning) à défaut de pouvoir faire table rase de ces réalités. Aussi s'agit-il d'un élargissement de la théorie classique des communs, notamment par rapport à l'approche « positive » des Commons Pool Resources proposée par Elinor Ostrom, qualifiée parfois de bucolique par Alexandre Monnin. L'approche par les communs négatifs tourne autour de deux axes majeurs a) le fait d'accorder une valeur négative à des réalités souvent jugées positives – les réserves d'énergie fossile, le numérique, etc. (ce que l'on pourrait qualifier de lutte pour la reconnaissance en considérant que tout commun est d'abord un incommun chargé d'une conflictualité) et b) le fait de bâtir de nouvelles institutions susceptibles de permettre à des collectifs de se réapproprier démocratiquement des sujets qui leur échappaient jusqu'à présent, en particulier la co-existence avec les communs négatifs, plus ou moins mis à distance (on peut songer aux récentes mesures prises par des maires au sujet des pesticides mais aussi au numérique demain, sur le même modèle). Cette réappropriation par le détournement de nouvelles institutions pose de nombreuses questions : d'échelles, de compétences, de subsidiarité, de droit ascendant, etc. Par ailleurs, les communs négatifs peuvent induire l'idée de communautés de non-usage, autrement dit, de collectifs cherchant à ne plus utiliser certaines entités autrefois qualifiées de ressources (à l'opposé, cette qualification constituait clairement une désinhibition facilitant et légitimant les démarches extractivistes).⁶⁰ »

⁵⁷ Philosophe et journaliste, André Gorz est l'un des pionniers de l'écologie politique. Le texte « [Leur écologie et la nôtre](#) » a été mis en ligne par le Monde Diplomatique.

⁵⁸ Directeur Adjoint Scientifique à l'Institut national des Sciences Humaines et Sociales du CNRS.

⁵⁹ Directeur du MSc "Stratégie et Design pour l'Anthropocène", Directeur de la Recherche d'Origens Medialab, Co-fondateur de l'initiative Closing Worlds, Professeur à l'ESC Clermont BS.

⁶⁰ « [Commun négatif](#) », Politiques des Communs.

7. Conclusion

L'intention initiale de cette note était de participer à bâtir une compréhension commune des implications écologiques de la numérisation, permettant de faire des choix en conséquence. Mais, si nous montrons qu'il ne peut y avoir de "bonne numérisation", que faire ? Comment ne pas être désemparé face aux constats qui sont faits ? Questionner la numérisation comme nous venons de le faire revient finalement à questionner le modèle économique et le modèle de développement industriel qui caractérisent notre société.

En effet, si la numérisation de la société peut progresser si rapidement, c'est peut-être parce que les conditions d'exercice de certaines activités créent les conditions de leur automatisation : leur découpage en tâches simples et répétitives rend leur numérisation possible.⁶¹ Yves-Marie Abraham affirme que ce ne sont pas seulement certains emplois qui constituent aujourd'hui des bullshit jobs (selon l'expression popularisée par David Graeber)⁶². L'impératif de profit ou de rendement tend, selon lui, à dégrader le travail, notamment sous l'effet d'une spécialisation des tâches toujours plus poussée, et tend à faire de toute activité soumise à ces impératifs de la « bullshit », mêmes les plus intéressantes qui soient a priori. Un préalable à leur potentiel automatisation. Par exemple, dans le milieu du journalisme « s'il est possible de remplacer des journalistes par une intelligence artificielle, ce n'est pas seulement le fait de l'évolution technologique, c'est aussi que les conditions d'exercice de ce métier, réécriture de dépêches prémâchées par des agences de presse, obsession du flux et de l'instantanéité, l'ont dégradé jusqu'à créer les conditions de son automatisation.»⁶³

Pour une organisation, vouloir mettre en œuvre une stratégie tenant compte des conséquences écologiques et sociales des technologies numériques, c'est devoir faire face à des injonctions ou impératifs qui peuvent sembler contradictoires : innovation et performance d'un côté, sobriété voire désescalade technologique de l'autre. Mais peut-être pouvons-nous commencer par constater que ces impératifs ne s'opposent pas toujours. Une numérisation à outrance peut parfois être contre productive, et il est possible d'innover sans solutions "high tech".

Un changement de posture nous semble ainsi nécessaire : se défaire de certaines croyances, sortir des automatismes, ré-envisager des approches non numériques qui gardent l'humain au cœur, avoir une approche distanciée de l'innovation qui s'émancipe de la rhétorique du retard. L'idée d'un progrès inéluctable et linéaire, souvent réduit à sa dimension technique, doit être interrogée.

⁶¹ Vincent Mandinaud. « L'expérience client éclipse l'expérience travailleur », Ouishare, 2020

⁶² Yves-Marie Abraham. *Guérir du mal de l'infini*. Écosociété, 2019, pp. 179-180.

⁶³ Nicolas Alep. « Quelques pistes de réflexion pour une décroissance numérique », 2021

Par delà les changements de posture, c'est un changement dans les discours et les imaginaires véhiculés qui nous semble indispensable. Rendre visible ce qui a été invisibilisé, c'est-à-dire le travail humain et la matérialité sur lequel repose nos équipements et infrastructures numériques. Les conséquences très concrètes de la numérisation sur des populations et des milieux de vie doivent être éclairées, discutées, revendiquées.

L'auteur : Mathieu Grandperrin

Impliqué depuis 2017 au sein de Ouishare, Mathieu a choisi de notamment se consacrer à l'étude des ressorts de la numérisation de la société et de ses implications humaines et écologiques, et à l'expérimentation de démarches pour accompagner des organisations à prendre du recul sur leurs choix technologiques et la façon dont ils sont effectués.