COMPRENDRE POUR AGIR

CONSCIENCE NUMERIQUE DUR@BLE

Le numérique de A à Z...

RENDRE VISIBLE

L'INVISIBLE !

la ligue
la ligue de l'enseignement FOL Loire
Cooperativa Sociale LE MILLE E UNA NOTTE
Erasmus+

Rédaction :

Auteur : Adrien Plomteux (LEEP : Ligue de l'Enseignement et de l'Éducation permanente asbl)

Contributrices et contributeurs : Mme Milvia Rastrelli, Mme Miriam Ferrara et Giovanni Esposito (Le Mille e Una Notte), Mr Larue Pierre-Alain et Mr Franck Beysson (Ligue de l'Enseignement de la Loire), Mr Patrick Hullebroeck (LEEP).

Traductrice italien / anglais : Mr Milvia Rastrelli (Le Mille e Una Notte)

Graphiste : Mr Franck Beysson (Ligue de l'enseignement de la Loire)

L'ensemble des contenus est déposé sous licence CC-BY-NC-SA
2020 © Conscience Numérique Durable

Retrouvez l'ensemble de cet ouvrage et d'autres outils en téléchargement libre
sur le site Internet www. conscience-numérique-durable.org

AVANT-PROPOS

Cet ouvrage s'inscrit dans un ensemble plus large d'outils, à vocation éducative, développé par la Ligue de l'Enseignement de la Loire (France), la Coopérative Sociale Le Mille e Una Notte (Italie) et la LEEP (Belgique) dans le cadre d'un projet européen ERASMUS+ intitulé "Conscience Numérique Durable". Son but ? En faisant l'interface entre sciences et éducation, faciliter la découverte et la compréhension des enjeux environnementaux et sociaux liés aux objets et services numériques omniprésents autour de nous.

3 types de production composent cet ensemble éducatif:

- **Ce livret d'information sur les conséquences socio-économiques et environnementales du numérique,** à destination des enseignant·e·s, formateurs/trices, éducateurs/trices, gestionnaires d'établissement mais aussi du grand public... (lire l'introduction en page 4 pour plus de détails).

- **6 parcours éducatifs** permettant à un éducateur/trice (enseignant·e ou autre) de développer avec un groupe apprenant·e·s (adolescent·e·s, plutôt de niveau collège mais aussi plus âgés) diverses séquences d'activités pour mieux comprendre le numérique et ses enjeux. Les contenus éducatifs abordent nombre de sujets développées dans ce livret de sensibilisation. Bien que s'enchaînant de façon logique, les activités pédagogiques sont indépendantes et chaque éducteur/trice pourra faire son choix parmi toutes celles proposées dans ces 6 parcours.

- **6 modules de formation** accompagnant chaque parcours éducatif et permettant à l'éducateur/trice (enseignant·e ou autre) d'approfondir les notions qui lui sont nécessaires. Les différentes unités d'apprentissage (U.A.) permettent une formation rapide ou longue selon le temps que chacun·e souhaitera y consacrer.

Chaque chapitre de ce livret comprend une section "Ressources connexes pour la classe !" qui a pour objet d'indiquer les parcours éducatifs et les modules de formation particulièrement en lien avec celui-ci.

Retrouvez l'ensemble de ces outils sur le site Internet **www. conscience-numérique-durable.org**

SOMMAIRE

INTRODUCTION 4

NUMÉRIQUE ET ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES

1 : Travail décent 7
2 : Économie et croissance 15
3 : Éducation 19
4 : Innovation 23
5 : Pauvreté et inégalités 26
6 : Faim et agriculture 31
7 : Santé et bien-être 36
8 : Égalité entre les sexes 44
9 : Paix, justice et démocratie 47

NUMÉRIQUE ET ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

10 : Crise climatique et énergie 52
11 : Consommation et production responsables 67
12 : Ecosystèmes 79
13 : Villes et communautés durables 89

ÉPILOGUE 95
GLOSSAIRE 96
PARTENAIRES 98

INTRODUCTION

En 2019, le jour du dépassement, c'est-à-dire la date à laquelle la consommation de ressources de l'humanité sur l'année dépasse les capacités de régénération de la Terre, est tombé le 29 juillet. L'humanité a par ailleurs franchi, ou est sur le point de franchir, quatre des dix limites à ne pas dépasser pour ne pas compromettre les conditions favorables dans lesquelles il est possible de vivre durablement. La situation ne va d'ailleurs pas en s'améliorant. Ainsi, la quantité de gaz à effet de serre envoyée dans l'atmosphère par l'humanité, responsables du réchauffement climatique, continue d'augmenter alors même que s'approcher de la neutralité carbone en 2050 semble nécessaire pour éviter des conséquences catastrophiques.

À cette situation viennent se greffer les nouvelles technologies, dont le numérique représente une part considérable. « Le numérique » désigne en réalité l'univers numérique, composé des équipements électroniques – et de tout ce qui les compose, tant au niveau matériel que logiciel – manipulant des données binaires et qui sont, en général, connectés à Internet. Smartphones, blockchain, objets connectés en passant par l'intelligence artificielle, big data et plateformes de streaming, le numérique a inondé les vies. Il provoque des changements en profondeur dans tous les aspects de la vie humaine. Ces changements dus à la digitalisation de nos sociétés sont cependant difficiles à discerner et encore moins à prévoir. Ce livret a pour but de mettre en lumière ces différents impacts.

Afin d'aborder tant les aspects environnementaux que socio-économiques, le livret base son analyse sur les objectifs de développement durable définis par l'ONU. Ceux-ci, au nombre de 17, forment un ensemble de grandes cibles que l'humanité doit tenter d'atteindre d'ici à 2030. Le développement durable, notion centrale du livret, a pour but de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.

Le livret est composé de 13 chapitres : les chapitres 1 à 9 traitent de l'aspect socio-économique et les chapitres 10 à 13 de l'aspect environnemental. Chaque chapitre a pour but d'évaluer les conséquences positives et négatives du numérique ainsi que les potentiels et les risques pour l'avenir en lien avec les objectifs de développement durable. Le livret a été conçu avec l'ambition d'apporter des regards pluriels, équilibrés et factuels en s'appuyant sur de nombreuses références scientifiques récentes. Il ne prétend pas à l'exhaustivité ni à détenir la vérité. Chacun·e y trouvera matière à réflexion de manière à se forger sa propre opinion.

Les chapitres peuvent être lus séparément, dans l'ordre proposé ou non, mais ils ont néanmoins été pensés en synergie les uns avec les autres. Si un sujet important n'est pas traité dans le premier chapitre lu, il l'est probablement dans un autre. Nous espérons que la lecture complète du livret fournira au lecteur et à la lectrice une vision d'ensemble des impacts du numérique sur le développement durable.

Bonne lecture à toutes et à tous.

NUMÉRIQUE ET ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES

Cette première partie, composée de 9 chapitres, répertorie les forces et faiblesses du numérique au sein de la société. Chaque chapitre aborde un sujet bien spécifique, primordial à la construction d'un monde en accord avec les objectifs de développement durable. Le thème de la vie privée à l'ère numérique est abordé de manière transversale, dans plusieurs chapitres de cette partie ainsi que dans le Chapitre 13.

Dans la plupart des cas, le numérique se révèle être un outil précieux pour régler un grand nombre de problèmes ou, à tout le moins, a-t-il le potentiel pour y parvenir. Néanmoins, il ne résoud que rarement les problèmes de fond. À vous d'en juger.

CHAPITRES :

1 : Travail décent
2 : Économie et croissance
3 : Éducation
4 : Innovation
5 : Pauvreté et inégalités
6 : Faim et agriculture
7 : Santé et bien-être
8 : Égalité entre les sexes
9 : Paix, justice et démocratie

1. TRAVAIL DÉCENT

© Enough Project-CC BY-NC-ND 2.0

CHAPITRE 1 : TRAVAIL DÉCENT

Pourquoi est-ce important ?

La plupart des sociétés modernes sont basées sur un « contrat social » lié au travail. Les individus travaillent pour permettre à la société tout entière de progresser. Ils sont censés en retour recevoir un salaire représentant le travail accompli. Quand le travail est manquant ou quand il ne permet pas de vivre décemment, des individus sont plongés dans la pauvreté (ONU 2016). Il en résulte également une remise en question du contrat social et une montée des tensions (ONU 2016).

Un travail est considéré comme décent s'il est « convenablement rémunéré, assorti de conditions de sécurité sur le lieu de travail, d'une protection sociale pour sa famille » et s'il donne « aux individus la possibilité de s'épanouir et de s'insérer dans la société » (ONU 2016).

En 2018, le taux de chômage mondial était de 5%, son niveau le plus bas depuis la crise financière de 2008 (Banque Mondiale 2019b). Dans l'Union européenne, le taux de chômage est monté à un sommet historique de 11% en 2013, mais il est redescendu en-dessous des 7% en 2019 (Toute l'Europe 2019). Cependant, le nombre de travailleurs/euses pauvres est en augmentation (Eurostat 2018, p.43), ce qui signifie que le travail ne suffit pas à obtenir un revenu décent.

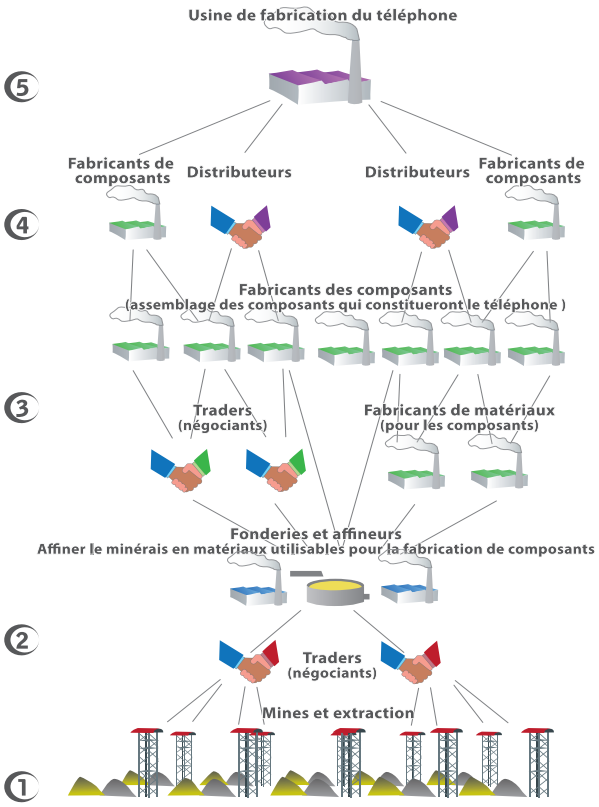
Le travail « indécent » est encore fortement répandu dans certains endroits du monde. Par exemple, en 2016, il est estimé que 24,9 millions de personnes effectuaient un travail forcé (Walk Free Foundation 2018). Le travail des enfants est, lui, en net recul. Il restait toutefois 152 millions de jeunes de moins de 18 ans qui en étaient victimes en 2017, dont la moitié avait moins de 12 ans (OMT 2019).

Conditions de travail dans le secteur du numérique

Long processus de fabrication :

Les appareils électroniques, dont font partie les objets numériques, ont une chaîne d'approvisionnement très longue et compliquée. Tout d'abord, elle implique de nombreux matériaux venant de mines des quatre coins du monde. En effet, la plupart des 62 éléments métalliques du tableau périodique sont utilisés dans les appareils numériques *(Rathi et al. 2013)*. Ensuite, ces matériaux sont transformés dans plusieurs usines, souvent dans différents pays, jusqu'à obtenir le produit final.

Il est important de savoir que les grandes marques du numérique sont très peu impliquées dans le processus de fabrication de leurs produits. En effet, elles achètent généralement les produits finis à des sous-traitants, qui n'ont eux-mêmes effectué qu'une partie du travail de confection, et ainsi de suite jusqu'à remonter aux matières premières extraites des mines *(Cash Investigation 2015)*. Il semble raisonnable de penser que, pour un smartphone par exemple, plusieurs milliers d'entreprises sont engagées dans la production. Presque 300 entreprises sont impliquées rien que dans la partie fonte et raffinage de l'or, du tungstène, de l'étain et du tantale pour la fabrication d'un Fairphone 2 *(Fairphone 2019a)* – voir BOX plus bas pour plus de détails sur Fairphone. Les entreprises traditionnelles du secteur ne connaissent en réalité qu'une infime partie des sous-traitants de la chaîne de production. Ils n'ont ainsi quasiment aucune idée de la provenance des métaux utilisés *(Cash Investigation 2015)*.



Etapes de la chaîne de fabrication d'un téléphone
(réalisé à partir de Fairphone 2019a, p.4)
© CND - CC-BY-NC-ND 2.0

Conditions de travail dans les mines :

Plusieurs rapports et enquêtes récents ont révélé de gros problèmes associés à l'extraction minière. Il est difficile d'avoir une vision globale pays par pays et de l'ampleur du rôle du secteur du numérique. Par conséquent, nous nous contenterons de relater le cas de la République Démocratique du Congo (RDC*), qui est le plus documenté. Ce pays est primordial pour la production des objets digitaux, car il est un des fournisseurs principaux de plusieurs métaux très prisés dans les appareils électroniques,

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

comme le cobalt et le tantale *(Cash Investigation 2015; TDI et Fairphone 2017b)*.

Mine de métaux au Congo.
© Responsible Sourcing Network-BY-NC 2.0

Les mineurs/euses de RDC sont appelé·e·s « creuseurs/euses ». Ils seraient 500.000 rien que dans la province du Katanga *(Milieudefensie, SOMO et Good Electronics 2015)*.

Ils/elles subissent des conditions de travail déplorables à bien des égards, et ce terme est un euphémisme. Les mineurs/euses, travaillant généralement pour leur propre compte dans la mine, doivent creuser des tunnels à la main ou avec quelques outils rudimentaires. Une journée de travail dure au moins 12 heures et rapporte environ 6 euros pour la quantité de minerai récoltée *(Cash Investigation 2015)*. Une partie de cette somme est par ailleurs régulièrement ponctionnée par des représentant·e·s corrompu·e·s du gouvernement *(Amnesty International 2015)*. Le travail se faisant de manière informelle et ne rapportant pas beaucoup, les jours de congé ne sont même pas envisagés puisqu'aucun revenu ne serait récolté.

Le travail des enfants est très répandu dans les mines de RDC. Certain·e·s commencent à 6 ans *(Kara 2018)*. Amnesty International *(2015)* raconte l'histoire de Paul, 14 ans, qui doit creuser dans les tunnels pendant 24 heures d'affilée. Les enfants restent toutefois généralement en surface pour filtrer les eaux ou garder la mine *(Kara 2018)*. Ils/elles sont encore beaucoup moins bien payé·e·s que les adultes, parfois moins d'un euro par jour *(Kara 2018)*.

Un million d'enfants travaillent dans les mines à travers le monde.
© Julien Harneis - CC BY-SA 2.0

Les tunnels creusés peuvent faire jusqu'à 80 voire 100 mètres de profondeur *(Milieudefensie, SOMO et GoodElectronics 2015; Schipper et de Haan 2015)*. Puisqu'ils ne sont pas sécurisés, les éboulements sont fréquents. Certains sont mortels. Un mineur congolais interrogé par Cash Investigation *(2015)* parle de plusieurs éboulements mortels dans sa mine lors des mois précédant le reportage, l'un d'entre eux ayant coûté la vie à 175 personnes. Amnesty International *(2015)* rapporte plusieurs éboulements ayant causé la mort de 80 personnes la même année, selon des chiffres officiels soupçonnés d'être sous-évalués. Étant donné la nature informelle et souvent illégale de ces exploitations, il est difficile d'établir le nombre de décès dû à des éboulements en RDC. Il semble toutefois raisonnable d'imaginer qu'au moins plusieurs centaines voire des milliers de personnes en meurent chaque année.

Les éboulements ne sont pas les seules causes de décès. Ainsi, puisque ces exploitations minières sont généralement illégales, il arrive que des policiers tirent aléatoirement sur les mineurs/euses *(Scheele et al. 2016)*. De plus, le contact avec certains métaux extraits, dont le cobalt, peut provoquer des dermatites, de graves problèmes respiratoires et des cancers *(Amnesty International 2015; Kara 2018; Crawford 2017)*. Les creuseurs/euses n'ont aucun équipement pour se protéger.

L'exploitation minière est associée à la guerre dans le pays. Celle-ci, toujours en cours *(Reuters 2019; MulongoFinkelstein 2018)* et dans sa troisième phase, est la plus meurtrière depuis la Seconde Guerre Mondiale *(Cash Investigation 2015)*, ayant fait 6 millions de morts entre 1998 et 2014 *(Valmir 2014)*. Or, une des raisons importantes à ce conflit est la souveraineté sur les ressources minières *(Valmir 2014)*. En effet, certaines mines, surtout dans l'est du pays, sont gérées par des groupes armés qui se servent des revenus miniers pour financer les conflits. En 2015, Jaillon et al. *(2016)* ont visité 1615 mines de l'est de la RDC, et ont observé la présence de groupes armés dans 56% d'entre elles. Sans l'exploitation minière, le conflit aurait sans doute une moins grande ampleur. Les métaux associés à cette guerre, appelés "minerais de sang", sont principalement l'étain, le tungstène, le tantale et l'or *(ten Kate 2016)*.

Les différents problèmes relatés plus haut ne sont pas présents qu'en RDC et dans le secteur du numérique. En 2017, 40,5 millions de personnes travaillaient dans des mines artisanales dans le monde *(IISD 2018)*, signifiant que ces personnes effectuent un travail physique difficile avec une mécanisation basique ou inexistante *(Gunson et Jian 2002)*. Ce nombre a plus que sextuplé en 25 ans *(IISD 2018)*. Il y aurait également 1 million d'enfants travaillant dans les mines à travers le monde *(Smith et Raphael 2016)*. Le travail des enfants est présent dans 26 pays rien que pour l'or *(Schipper et de Haan 2015)*. Par ailleurs, le financement de conflits grâce aux minerais ne se limite pas à la RDC. Le cuivre est par exemple extrait dans 11 pays où des conflits violents sévissent *(ten Kate 2016)*.

Bien qu'il reste encore beaucoup à faire, la situation en rapport avec les mines artisanales de RDC semble s'améliorer depuis peu *(Julienne 2019)*. Ceci est notamment le résultat de directives mises en place aux États-Unis et en Union européenne forçant les

multinationales à mieux connaître la provenance des minerais de sang et à évaluer les risques associés à leurs fournisseurs *(Amnesty International 2015; Commission européenne 2017)*. Concernant le travail des enfants en RDC, la situation semble également aller dans le bon sens *(Amnesty International 2017a)*. En 2017, Amnesty International a enquêté sur les améliorations de sourçage du cobalt - c'est-à-dire la collecte d'informations sur l'approvisionnement du cobalt - par les multinationales fabricantes de batteries en RDC pour éviter le travail des enfants. Il est apparu que les bons élèves en la matière étaient Apple et Samsung, alors que les plus mauvais élèves étaient Huawei, Lenovo ou encore Microsoft *(Amnesty International 2017b)*.

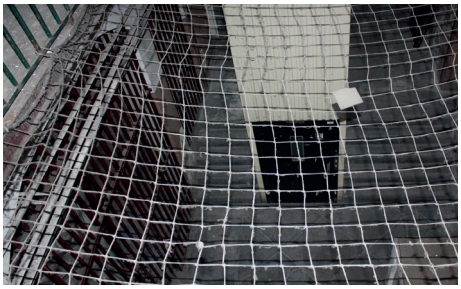
Conditions de travail dans les usines :

Travail dans une usine en Chine. Des conditions de fabrication de nos outils numériques souvent très difficiles pour les ouvrier·e·s.
© Chris-BY-NC 2.0

L'étape de confection des pièces électroniques se déroule principalement en Asie. Les conditions de travail n'y sont pas bien meilleures que dans les mines.

Le rythme de travail dans ces usines est infernal. Jenny Chan, sociologue, a interrogé des employé·e·s de Foxconn, la plus grande entreprise manufacturière d'électronique. Ceux/celles-ci témoignent d'une expérience déshumanisante, où les humains sont aliénés aux machines pour lesquelles ils/elles travaillent et par les impératifs de productivité. Ils/elles sont isolé·e·s, exténué·e·s, souffrent de solitude et parfois de dépression *(Chan et al. 2015)*. Certain·e·s sont même allé·e·s jusqu'au suicide, ce qui a provoqué l'attention des médias internationaux en 2010 et 2011 *(Chan et al. 2017)*. Au lieu d'améliorer les conditions de travail pour répondre à ce scandale, Foxconn a d'abord voulu faire signer une clause de non-suicide à ses employé·e·s. L'entreprise s'est rétractée face à l'indignation générale suscitée par cette initiative. Elle a alors décidé d'installer des filets sur les toits et aux fenêtres des usines, finissant de transformer ces dernières en prisons *(Richard 2016)*.

Les catégories les plus faibles de la population sont préférées au sein de ces usines, car elles sont plus malléables. Les femmes forment ainsi la main-d'oeuvre majoritaire du secteur dans de nombreux pays *(Van der Velden 2019)*. Le travail des enfants y est également présent. Cash Investigation *(2015)* s'est infiltré dans une usine d'électronique à Nanchang, en Chine. La moitié du personnel a moins de 16 ans, et certains n'ont que 12 ans. Les journalistes rapportent l'histoire de Jiajia, 13 ans, qui travaille 13 heures par jour, 28 jours par mois, dont un mois sur deux de nuit. Elle gagne 160 euros par mois, un salaire de misère. Des étudiant·e·s et réfugié·e·s sont également forcé·e·s de travailler dans certaines usines sous peine de ne pas obtenir leur diplôme ou de ne pas récupérer leur passeport *(Hodal et Bengtsen 2017; Pattison 2016)*. Ces situations s'apparentent à de l'esclavage moderne.



Un exemple de filet anti-sucide installé dans les usines pour éviter que les salarié·e·s à bout ne passent à l'acte...
© UCLy Université Catholique de Lyon-CC BY 2.0

Beaucoup de produits extrêmement dangereux pour la santé sont utilisés dans ces usines *(Chan et al. 2016; Smith et Raphael 2016)*. Étant donné que les protections nécessaires à une utilisation sans danger ne sont pas mises en place *(ILRF et BHRE 2018)*, les taux de cancers, de fausses couches ou encore d'anomalies congénitales sont plus élevés parmi ces travailleurs/euses que dans le reste de la population *(Smith et Raphael 2016)*. Ils ou elles n'ont en général même pas conscience de manipuler des produits dangereux *(Tuncak et al. 2018)*.

Parmi les autres mauvaises pratiques rencontrées, ILRF et BHRE *(2018)* évoquent la maltraitance verbale et physique, le non-paiement des heures supplémentaires, la difficulté de démissionner ou encore le manque de liberté d'association pour par exemple réclamer de meilleures conditions de travail.

Les pays impliqués dans la confection d'appareils électroniques sont en réalité réticents à l'idée d'améliorer les lois en matière de travail, car les entreprises pourraient décider de partir vers d'autres pays *(ILRF et BHRE 2018)*.

Enfin, de mauvaises conditions de travail et d'énormes dangers pour la santé sont associés à la fin de vie des appareils digitaux *(Tuncak 2018; Salvoch et Pirot 2019)* – cf. Chapitre 13.

Conclusion :

Nos appareils électroniques sont très probablement associés, d'une manière ou d'une autre, à des violences et du travail indécent. La Walk Free Foundation *(2018)* considère d'ailleurs que le numérique est de loin le secteur mondial le plus impliqué dans l'esclavage moderne et que presque toutes les grandes entreprises du numérique sont concernées par ces problèmes. En réalité, il semble impossible pour une

société du numérique de garantir que le travail est décent chez chacun de ses sous-traitants directs ou indirects, étant donné le nombre extrêmement élevé d'entreprises impliquées. D'un autre côté, cette situation arrange bien les entreprises du digital : elles peuvent se cacher derrière leurs sous-traitants et ainsi ne pas être directement accusées lors de scandales. D'une certaine manière, les sociétés du numérique ferment les yeux sur ces problèmes afin de réduire leurs coûts de production *(Cash Investigation 2015)*.

***Fairphone** est un fabricant de smartphones visant à être le plus éthique possible. Tout d'abord, il cherche à connaître les différents fournisseurs engagés dans la fabrication de ses téléphones – l'entreprise ne les connaît cependant pas encore tous. Ensuite, des contrôles indépendants sont effectués chez une large part des sous-traitants connus dans le but de s'assurer de conditions de travail décentes ainsi que de l'absence de travail d'enfants et de financement de conflits. Parallèlement, Fairphone est en contact avec plusieurs sous-traitants pour améliorer les conditions de travail et offrir un prix juste par produit acheté permettant de rétribuer décemment les travailleurs/euses (Fairphone 2019b).*

Enfin, la société est transparente. Une masse d'informations est disponible sur leur site, comme le nom des fournisseurs connus par l'entreprise (Sourcemap 2018 ; Fairphone 2019a), les matériaux utilisés dans leurs smartphones (TDI et Fairphone 2017a) ou encore les principaux risques sociaux et environnementaux associés à ces matériaux (TDI et Fairphone 2017b).

Fairphone, une alternative plus éthique.
© Fairphone - CC BY-SA 2.0

Transformation du monde du travail

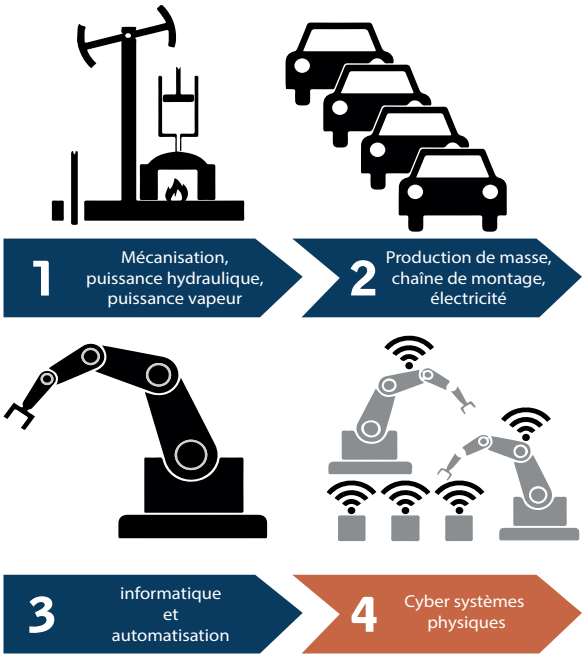
Les nouvelles technologies numériques ont, et vont continuer à avoir de nombreuses conséquences dans le domaine du travail. Certain·e·s parlent même de Quatrième révolution industrielle pour mettre en avant l'ampleur des changements en cours *(Schwab 2017)*.

Pertes d'emplois :

Les objets numériques sont de plus en plus à même de réaliser des tâches qui étaient jusqu'à présent effectuées par des humains. Ils sont parfois capables de les accomplir plus vite, plus efficacement, et à moindres frais. Il n'est donc pas étonnant que les humains soient remplacés par des machines au sein du monde du travail. Selon des études de grande envergure, les technologies actuellement mises au point ont le potentiel d'automatiser* environ la moitié des emplois dans les pays du Nord *(Frey et Osborne 2017; Bowles 2014; Manyika et al. 2017)*. La plupart du temps, seules certaines tâches au sein d'un métier vont disparaître ou être modifiées, mais cela mènera inévitablement à des pertes d'emplois.

Cependant, cela ne veut pas dire qu'environ la moitié des emplois va disparaître – les décisions sociétales et politiques auront aussi leur importance – ni que l'automatisation sera pour demain. Selon l'entreprise de conseil McKinsey, environ 15% des emplois vont être automatisés entre 2016 et 2030, et ce chiffre monterait entre 20 et 25% pour les pays du Nord. En d'autres termes, l'automatisation devrait provoquer la perte d'environ 400 millions d'emplois dans le monde sur cette période *(Manyika et al. 2017, pp.2-3)*.

Aucun secteur ne sera épargné par l'automatisation, pas même les mieux rémunérés *(Mahdawi 2017)*. Certains seront tout de même plus affectés que d'autres. Parmi eux, citons le secteur administratif au sens large (comptabilité, gestion des ressources humaines, banque, secrétariat, droit, etc.), le secteur du transport et de la logistique, le secteur de la vente (surtout concernant les métiers requérant peu d'intelligence sociale) et le secteur de la production *(Frey et Osborne 2017)*. Pour ce dernier, les pertes d'emplois sont dues à la transformation de l'industrie.



Description imagée des quatre révolutions industrielles.
(adapté et traduit à partir de l'image de Christoph Roser at AllAboutLean.com)
© Christoph Roser at AllAboutLean.com - CC BY-SA 4.0

L'industrie 4.0, comme elle est appelée, utilise les nouvelles technologies numériques comme les robots*, l'IA* ou les imprimantes 3D* pour augmenter la productivité du travail. Elle se sert notamment d'une grande quantité de données récoltées dans les usines grâce à l'Internet des objets*. Des données sur les travailleurs/euses sont également col-

lectées – voir l'exemple de Kone plus bas *(Degryse 2016)*. Ces différentes informations, une fois analysées, permettent entre autres d'accomplir les tâches plus rapidement et plus efficacement ou encore d'augmenter la synchronisation entre les différentes phases de production – cf. Cotteleer et Sniderman *(2017)* pour plus de détails. Aujourd'hui, la plupart des tâches routinières peuvent être effectuées par des robots. Par exemple, chez le leader en électronique Foxconn, ces dernières années, des centaines de milliers de personnes ont été remplacées par des robots créés par l'entreprise *(Chan 2017)*. Les humains, quand ils sont encore nécessaires, sont de plus en plus aidés par des machines – voir des exemples plus bas.

D'un autre côté, il existe trois types de métiers où, pour le moment, l'humain est résistant à l'automatisation. Le premier concerne les emplois requérant une véritable créativité, comme dans la recherche ou l'art. Le deuxième concerne les métiers demandant de construire des relations complexes avec des individus, comme dans la santé ou l'éducation. Le troisième comprend les emplois où les tâches sont multiples et imprévisibles *(Mahdawi 2017; Brynjolfsson et McAfee 2015)*.

Demain, combien d'emplois et de quels types ? :

Un futur incertain... © CC0 - Domaine public

Certain·e·s auteur·e·s craignent que la vague d'automatisation provoque un monde sans travail *(Ford 2015)*. La majorité des spécialistes prédisent simplement une mutation, avec également de nouveaux emplois créés compensant les pertes *(Banque Mondiale 2019a)*. Plusieurs études tendent d'ailleurs à montrer que les premiers effets de la phase actuelle d'automatisation sont positifs en matière d'emploi *(Balsmeier et Woerter 2019; Arntz et al. 2018)*. Ainsi, nous assisterons peut-être simplement à la destruction de certains secteurs de l'économie et à la création de nouveaux – ce processus est appelé « destruction créatrice » *(Schumpeter 1942)*. De plus, historiquement, l'augmentation de la productivité due aux nouvelles technologies a permis aux populations d'augmenter leur pouvoir d'achat, et ainsi de consommer davantage, participant donc à la création de nouveaux emplois *(Devlin 2017)*. Toutefois, il n'est pas certain qu'une nouvelle augmentation de la consommation soit possible ni désirable sur le long terme dans un monde où certaines limites environnementales ont déjà été atteintes *(Jackson 2017)*.

Parallèlement, même si la vague d'automatisation ne provoque pas un chômage de masse, elle aura nécessairement de fortes conséquences sociales. En effet, d'une part, les emplois qui seront automatisés sont majoritairement ceux demandant peu de qualifications et moins bien payés alors que, d'autre part, les emplois créés sont hautement qualifiés et souvent bien rémunérés *(Frey et Osborne 2017; Balsmeier et Woerter 2019)*. Par conséquent, les plus pauvres et les moins qualifiés seront les plus durement touchés, avec comme conséquence une augmentation probable des inégalités.

De nombreuses personnes vont devoir se former pour acquérir les qualifications suffisantes pour retrouver un emploi. Ainsi, l'accent devra être mis en priorité sur l'éducation et la formation, notamment aux compétences digitales. L'Union européenne prend d'ailleurs des mesures allant dans ce sens *(Commission européenne 2018)*. Cependant, fournir une éducation et des formations pertinentes et de qualité ne sera peut-être pas suffisant. En effet, toutes les personnes concernées arriveront-elles à atteindre les compétences demandées ? Les plus âgées arriveront-elles à se former pour retrouver un emploi dans le monde numérique ? Certaines tranches de la population pourraient donc se retrouver totalement écartées du monde du travail *(Valsamis et al. 2015)*.

Autres risques liés au travail :

Les conséquences de la digitalisation sur le travail vont bien au-delà de celles évoquées ci-dessus.

Dans certains pays du Sud, les pertes d'emplois risquent de provoquer une détérioration drastique des conditions de travail menant à une remontée de l'esclavage moderne. Verisk Maplecroft *(2018)* prévoit ainsi une montée de l'esclavage moderne dans plusieurs pays asiatiques qui seront durement touchés par la digitalisation. D'après cette étude, un risque plus important pèse d'ailleurs sur les femmes (- cf. Chapitre 9 pour plus d'informations.).

D'autre part, une large partie des emplois restants après automatisation se confineront probablement au rôle d'exécutant de la machine *(Head 2014)*. Par exemple, au sein de l'entreprise de grande distribution Lidl, une machine dicte aux préparateurs/trices de commandes, par un casque audio, les actions à réaliser dans l'entrepôt *(Le Gall et al. 2017)*. Chez Airbus, des employé·e·s visualisent les tâches à effectuer grâce à des lunettes d'un nouveau genre *(Accenture 2019)*. Ces pratiques amènent plusieurs conséquences néfastes. Parmi elles, déshumanisation du travail *(Chan 2017)* et augmentation du rythme pour suivre ou concurrencer la machine *(Le Gall et al. 2017; Malet 2019)*

La machine dirigerait-elle l'humain ?
© CND - CC-BY-NC-ND 2.0

Les données récoltées sur les travailleurs/euses posent également des questions. Ainsi, les réparateurs/trices de l'entreprise d'ascenseurs Kone sont équipé·e·s de boîtiers qui, en plus de suggérer les réparations à effectuer, permet à l'entreprise de connaître la localisation de la personne en temps réel, la vitesse de réparation, le temps de travail exact ou encore la durée et l'emplacement de la prise de pause. Les employé·e·s courent donc le risque d'une évaluation constante des performances voire de surveillance *(Degryse 2016; Yeginsu 2018)*.

Ubérisation et délocalisation :

Manifestation contre les conditions de travail au service de livraison de nourriture Deliveroo à Berlin.
© Leonhard Lenz - CC0

L'ubérisation, qui est le processus de transformation de l'économie par lequel certains services sont disponibles sur des plateformes numériques telles que Uber, Airbnb, Deliveroo, Etsy ou TaskRabbit, apporte également son lot de bouleversements dans le monde du travail. En effet, au sein de cette économie, les travailleurs/euses ne sont généralement pas considéré·e·s comme des salarié·e·s, mais comme des indépendant·e·s. Les plateformes ne doivent donc pas payer de cotisations sociales pour le travail effectué, ni fournir un salaire minimum ou s'occuper des conditions de travail. Chez Uber par exemple, les conducteurs/trices sont très mal rémunéré·e·s *(Rushe 2019)*. Si ce modèle venait à se généraliser, les normes sociales de la société toute entière seraient poussées vers le bas *(Degryse 2016)*.

Certaines plateformes entraînent également une nouvelle délocalisation du travail. Upwork, par exemple, est une plateforme mettant en relation des entreprises avec des individus du monde entier prêts à effectuer certaines tâches. Ainsi, une entreprise européenne peut, via Upwork, demander à un·e Indien·ne d'effectuer sa comptabilité pour un coût bien inférieur à celui pratiqué dans le pays d'origine. Le commerce en ligne permet à de nombreuses activités au sein d'une entreprise d'être réalisées dans des pays où le coût de la main-d'œuvre est peu élevé. Ce type de pratique provoque des pertes d'emplois dans les pays du Nord. En réalité, toute tâche ne nécessitant pas obligatoirement un ancrage local court le risque d'être délocalisée *(Degryse 2016)*.

Réformer le système :

Dans le but de contrer les différents risques évoqués, certain·e·s envisagent des solutions innovantes, comme la réduction du temps de travail *(Stiegler 2016; Sachs 2018)*, la mise en place d'une taxation sur les entreprises pour chaque robot remplaçant un humain *(Gates 2017)*, ou encore la création d'un revenu ou d'une couverture sociale universelle de base *(Straubhaar 2017)*. Le statu quo ne semble de toute façon pas une solution si nous voulons éviter une crise sociale majeure.

En bref !

- D'abominables conditions de travail sont associées à la fabrication des objets numériques : travail difficile et déshumanisant, éboulements mortels dans les mines, lourds problèmes de santé, travail d'enfant, financement de conflits armés ou encore esclavage moderne.
- De mauvaises conditions de travail sont associées tant avec les mines d'extraction de minerais qu'avec les usines de confection des objets numériques.
- Il semble difficile de trouver un bon élève parmi les grandes entreprises du numérique.
- Le numérique va provoquer une vague de pertes d'emplois très importante. Le risque d'un chômage de masse, d'une augmentation des inégalités, ainsi que le déclassement de populations entières incapables de trouver un emploi sont réels.
- L'utilisation du numérique dans les entreprises augmente la productivité mais peut aussi provoquer une accélération du rythme de travail ainsi qu'une déshumanisation de celui-ci.
- L'ubérisation pousse les normes sociales vers le bas, tout en provoquant des risques accrus de délocalisation.
- Ces différentes conséquences néfastes amènent à envisager une nouvelle vision du « contrat social » lié au travail.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 4 "Le débat philo !"
- Activité 5 "Je me mets à la place de..."

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 2 (U.A. 2.1.), 3 (U.A. 3.1., 3.2., 3.3.) et 5 (U.A. 5.1.)

Bibliographie

• Accenture. 2019. Airbus soars with wearables [En ligne].

• Alexandre, L. 2017. Laurent Alexandre : Intelligence artificielle [EN DIRECT] [En ligne]. Thinkerview.

• Amnesty International. 2015. Voilà pourquoi on meurt. Londres.

• Amnesty International. 2017a. RDC : Le gouvernement agit contre le travail des enfants [En ligne]. .

• Amnesty International. 2017b. Industry giants fail to tackle child labour allegations in cobalt battery supply chains [En ligne].

• Arntz, M. et al. 2018. Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen. Mannheim : ZEW-Gutachten und Forschungsberichten.

• Balsmeier, B. et Woerter, M. 2019. Is this time different? How digitalization influences job creation and destruction. Research Policy 48(8).

• Banque mondiale. 2019a. Rapport sur le développement dans le monde 2019 : Le travail en mutation. Washington, DC : Banque mondiale.

• Banque Mondiale. 2019b. Unemployment, total (% of total labor force) (modeled ILO estimate) [En ligne].

• Bowles, J. 2014. Chart of the Week: 54% of EU jobs at risk of computerisation [En ligne]. Bruegel.

• Brynjolfsson, E. et McAfee, A. 2015. Dans : Bernstein, A. et Raman, A. The Great Decoupling: An interview with Erik Brynjolfsson et Andrew McAfee [En ligne]. Harvard Business Review.

• Cash Investigation. 2015. Les secrets inavouables de nos téléphones portables. Paris : Premières lignes.

• CE (Commission européenne). 2017. The regulation explained [En ligne].

• Chan, J. et al. 2015. La machine est ton seigneur et ton maître. Paris : Agone.

• Chan, J. et al. 2016. The Poisonous Pearl : Occupational chemical poisoning in the electronics industry in the Pearl River Delta, People's Republic of China. Amsterdam : GoodElectronics.

• Chan, J. 2017. Robots, not humans: official policy in China [En ligne]. News Internationalist.

• CE (Commission Européenne). 2018. The Digital Skills and Jobs Coalition [En ligne].

• Chan, J. 2017. Robots, not humans: official policy in China [En ligne].

• Cotteleer, M. et Sniderman, B. 2017. Forces of change: Industry 4.0 [En ligne]. Deloitte.

• Crawford, A. 2017.Special report : Inside the Congo cobalt mines that exploit children[En ligne]. Sky News.

• Degryse, C. 2016. Les impacts sociaux de la digitalisation de l'économie. Institut syndical européen.

• Devlin, S. 2017. (In)equality in the digital society. Londres : New Economics Foundation et Friedrich-Ebert-Stiftung.

• Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg.

• Fairphone. 2019a. Fairphone Suppliers, Smelters and Refiners [En ligne].

• Fairphone.2019b. Making a positive impact on working conditions [En ligne].

• Ford, M. 2015. Rise of the robots: technology and the threat of a jobless future. New York : Basic Books.

• Frey, C. et Osborne, M. 2017. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change 114, pp.254-280.

• Gates, B. 2017. Dans : Delaney, K. The robot that takes your job should pay taxes, says Bill Gates [En ligne].

• Gunson, A. et Jian, Y. 2002. Artisanal Mining in The People's Republic of China. Angleterre : Institute for Environment and Development (IIED).

• Head, S. 2014. Mindless: why smarter machines are making dumber humans. New York : Basic Books.

• Hodal, K. et Bengtsen, P. 2017. Chinese factory supplying major laptop brands accused of student labour abuses [En ligne]. The Guardian.

• IISD (The International Institute for Sustainable Development). 2018. Global trends in artisanal and small-scale mining (ASM): A review of key numbers and issues. Ontario.

• ILRF (International Labour Rights Forum) et BHRE (Business, Human Rights and the Environment Research Group). 2018. Time for a Reboot: Monitoring in China's Electronics Industry. Amsterdam : GoodElectronics.

• Jackson, T. 2017. Prosperity Without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow. 2e ed. Londres : Routledge.

• Jaillon, A. et al. 2016. Analysis of the interactive map of artisanal mining areas in eastern DR Congo – 2015 update [En ligne].

• Julienne, D. 2019.En RDC, la lutte contre le trafic des « minerais de sang » s'améliore [En ligne]. Le Monde.

• Kara, S. 2018. Is your phone tainted by the misery of the 35,000 children in Congo's mines? [En ligne]. The Guardian.

• Le Gall, S. et al. 2017. «Cash Investigation». Travail, ton univers impitoyable [En ligne].

• Mahdawi, A. 2017. What jobs will still be around in 20 years? Read this to prepare your future [En ligne]. The Guardian.

• Malet, J. 2019. En Amazonie : Infiltré dans « le meilleur des mondes ». Édition augmentée. Paris : Hachette Pluriel Référence.

• Manyika, J. et al. 2017. Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation. McKinsey Global Institute.

• Milieudefensie, SOMO (Centre for Research on Multinational Corporations) et Good Electronics. 2015. Katanga calling: Congolese cobalt and consumer electronics. Amsterdam.

• Mulongo-Finkelstein, A. 2018. «Deuxième guerre du Congo» : un triste anniversaire [En ligne]. MediaCongo.

• OMT (Organisation Mondiale du Travail). 2019. Decent work [En ligne].

• ONU. 2016. Travail décent et croissance économique : pourquoi est-ce important ? [En ligne].

• Pattisson, P. 2016. Samsung and Panasonic accused over supply chain labour abuses in Malaysia [En ligne]. The Guardian.

• Rathi, A. et al. 2013. Metals in your smartphone have no substitutes [En ligne].

• Reuters. 2019. UPDATE 1-Survivors recall horror of Congo ethnic attacks [En ligne].

• Richard, C. 2016. Dans les usines à smartphones, certains meurent, tous sont brisés [En ligne]. Rue 89.

• Rushe, D. 2019. What is Uber? Forget the sharing economy – it's just a libertarian scam [En ligne]. The Guardian.

• Sachs, J. 2018. The digital revolution and the distribution of income [En ligne]. Oxford Martin School.

• Salvoch, C. et Pirot, A. 2019.Déchets électroniques, le grand détournement. Paris : Le monde en face, France 5.

• Scheele, F. et al. 2016. Cobalt blues Environmental pollution and human rights violations in Katanga's copper and cobalt mines. Amsterdam : SOMO (Centre for Research on Multinational Corporations) et Good Electronics.

• Schipper, I et de Haan, E. 2015. Gold from children's hands: Use of child-mined gold by the electronics sector. SOMO (Centre for Research on Multinational Corporations).

• Schumpeter, J. 1942. Capitalism, Socialism and Democracy. New York : Harper & Brothers.

• Schwab, K. 2017. La Quatrième révolution industrielle : ce qu'elle implique et comment y faire face [En ligne]. Forum économique mondial.

• Smith, T. et Raphael, C. 2016. Health and Safety Policies for Electronics Workers. Dans : Maxwell, R. ed. The Routledge Companion to Labor and Media. New York : Routledge.

• Sourcemap. 2018. Fairphone 2 Supply Chain [En ligne].

• Stiegler, J. 2016. La révolution numérique [En ligne].

• Straubhaar, T. 2017. On the Economics of a Universal Basic Income. Intereconomics 52(2).

• TDI (The Dragonfly Initiative) et Fairphone. 2017a. Fairphones coping study matrix [En ligne].

• TDI (The Dragonfly Initiative) et Fairphone. 2017b. Smartphone Material Profiles: Opportunities for improvement in ten supply chains [En ligne].

• Ten Kate, G. 2016. Responsible mining: conflict minerals. Amsterdam : Good Electronics et SOMO (Centre for Research on Multinational Corporations).

• Toute l'Europe. 2019. Le taux de chômage en Europe [En ligne].

• Tuncak, B. 2018. Rapport du Rapporteur spécial sur les incidences sur les droits de l'homme de la gestion et de l'élimination écologiquement rationnelles des produits et déchets dangereux. New York : Conseil des droits de l'homme.

• Tuncak, B. et al. 2018. Exploitation by deception in the electronics industry.Amsterdam : GoodElectronics.

• Valmir, E. 2014. 6 millions de morts au Congo [En ligne]. France Inter.

• Valsamis, D. et al. 2015. Employment and Skills Aspects of the Digital Single Market Strategy. Bruxelles : Parlement Européen.

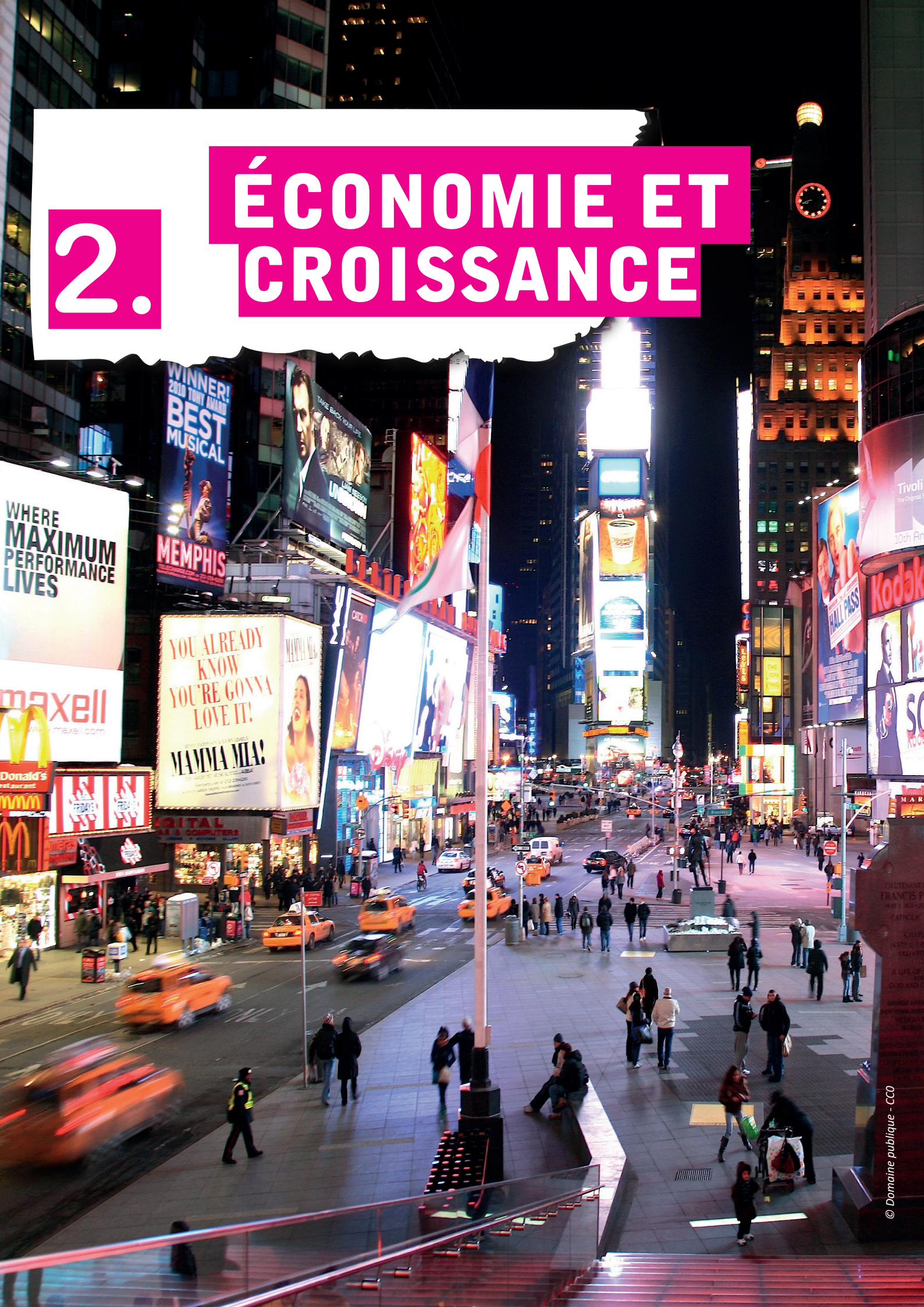
• Van der Velden, M. 2019. March 8 – Women's Health, Decent Work and the Electronics Industry [En ligne]. SMART (Sustainable Market Actors for Responsible Trade).

• Verisk Maplecroft. 2018. Slavery and labour abuses in SE Asia to spiral due to automation [En ligne].

• Walk Free Foundation. 2018. The Global Slavery Index [En ligne].

• Yeginsu, C. 2018. If Workers Slack Off, the Wristband Will Know. (And Amazon Has a Patent for It.) [En ligne]. The New York Times.

2. ÉCONOMIE ET CROISSANCE



© Domaine publique - CCO

CHAPITRE 2: ÉCONOMIE ET CROISSANCE

Pourquoi est-ce important ?

La croissance économique désigne la variation positive du nombre de biens et services produits dans une économie au cours d'une année. Elle permet d'augmenter la richesse au sein d'une économie. En d'autres termes, elle augmente la taille du gâteau à se partager au sein d'une société. La croissance est dite « inclusive » si elle permet à tous les individus d'en profiter, tandis que la croissance est dite « durable » si elle permet à l'environnement de se régénérer sur le long-terme (PNUD 2017). Si la croissance est inclusive et durable, elle permet d'augmenter le niveau de vie de tous les individus sans menacer celui des générations futures. Elle est donc à mettre en lien avec la notion de développement durable (Brundtland 1987).

Alors que la croissance économique mondiale par habitant·e a repris depuis la crise financière de 2008, elle semble rester à des niveaux plutôt bas, principalement dans les pays du Nord. La tendance mondiale est structurellement à une baisse de la croissance, de telle manière que certain·e·s économistes imaginent une économie « post-croissance », avec peu voire pas de croissance dans le futur (Jackson 2018).

Il semble que la croissance économique mondiale de ces dernières décennies n'ait été ni inclusive ni durable. Elle n'a pas été inclusive parce que les plus pauvres au niveau mondial ainsi que les classes moyennes et pauvres des pays du Nord n'ont presque rien reçu de cette croissance (Harvard University Press 2016). De plus, les inégalités de patrimoine se sont largement creusées, menant à une montée des grosses fortunes (Piketty 2013). La croissance n'a pas non plus été durable puisqu'elle a généralement mené à une augmentation de l'impact environnemental mondial et est donc une des causes principales de la crise climatique et environnementale actuelle (Jackson et Webster 2016; Kallis 2017; Ben Ytzhak 2015).

Ces constatations amènent certain·e·s économistes à remettre en question le modèle économique dominant pour en proposer d'autres, dont l'économie civile et la décroissance. (VOIR BOX)

***L'économie civile** est une nouvelle manière d'envisager l'économie. Ses adeptes partent du constat que le capitalisme financier a érodé l'aspect moral lié au commerce en plaçant le profit au-dessus de tout. Pour eux, les valeurs de responsabilité, de réciprocité et de redistribution doivent être réinjectées dans les échanges économiques. Se basant sur la tradition de l'humanisme italien, l'économie civile vise à construire une économie plaçant au premier plan le bien-être, la vertu et le bien commun (Bruni et Zamagni 2017; Becchetti et al. 2015).*

***La décroissance** est un mouvement partant du postulat que la croissance économique ne peut aboutir qu'à une crise environnementale et climatique tout en ne menant pas nécessairement à une augmentation du bien-être. Dans le but de permettre aux générations actuelles et futures de s'épanouir, les adeptes du mouvement cherchent à construire une société moins productiviste et consumériste pour la recentrer sur les besoins humains de base (Kallis et al. 2018; Latouche 2019).*

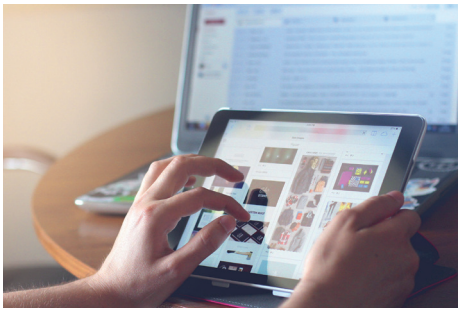
Croissance économique due au numérique ?

Le numérique participe à la croissance de l'économie mondiale par plusieurs aspects.

La révolution numérique actuelle, menant à l'automatisation, augmente la productivité du travail.
© Domaine public - CC0

Premièrement, la révolution numérique actuelle, menant à l'automatisation (cf. Chapitre 3), augmente la productivité du travail. D'après l'entreprise de consultance McKinsey, l'automatisation augmentera la productivité mondiale du travail de 0,8 à 1,4% par an sur les 50 prochaines années – si chaque personne ayant perdu son emploi au cours du processus d'automatisation en retrouve un autre *(Manyika et al. 2017)*. Ainsi, pour un même temps de travail, il y aura création d'une plus grande quantité de richesse, et donc croissance économique. Parallèlement, le digital diminue les coûts de production, rendant même ces derniers très bas dans certains cas *(Rifkin 2014)*.

Deuxièmement, l'innovation est considérée comme un moteur de la croissance économique *(Schumpeter 1942)*. Or, le numérique a un fort potentiel innovateur, « disruptif » (technologie de rupture à potentiel de transformation fort) *(Manyika et al. 2013)* – même s'il n'est pas si évident que le digital favorise l'innovation dans son ensemble (cf. Chapitre 4).



L'e-commerce a permis la mondialisation des échanges.
© Domaine public - CC0

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

Dernièrement, le numérique a permis l'essor de l'e-commerce, le commerce en ligne. Les acheteurs/euses sont désormais mis en connexion avec des vendeurs/euses venant des quatre coins du monde. De plus, une plus forte concurrence s'est créée, forçant les vendeurs et vendeuses à diminuer leurs coûts de production pour rester compétitif·ve·s. Ces deux facteurs favorisent la consommation et, par conséquent, la croissance économique *(Azevedo 2017)*.

La croissance économique actuelle induit aussi plus d'inégalités, elles-mêmes nuisibles à la croissance.
© jdegheets

La croissance économique induite par le digital n'est cependant pas nécessairement inclusive. Le numérique peut même renforcer les inégalités (cf. Chapitre 5). Or, il est avéré que de trop fortes inégalités sont un frein à la croissance économique elle-même *(Cingano 2014)*.

Il semble que la croissance économique induite par le numérique ne soit pas non plus durable, car elle provoque l'utilisation de plus d'énergie, l'extraction de matériaux non renouvelables et des problèmes environnementaux (cf. Partie II). Ces trois facteurs influent négativement sur l'économie mondiale, diminuant la croissance économique sur le court et le long terme *(Stern 2006)*.

Les impacts de la croissance du numérique ont actuellement des conséquences sociales et environnementales très importantes.
© Responsible Sourcing Network -BY-NC 2.0

Par ailleurs, il n'est pas certain que le digital ait un impact conséquent sur la croissance économique dans les années et décennies futures. Selon Cowen *(2011)*, les technologies digitales actuelles, comme l'IA* et le big data*, ne vont apporter qu'un léger boost à la croissance économique, qui n'est en rien comparable aux gains amenés par les technologies précédentes. Cowen utilise la métaphore de l'arbre fruitier, duquel nous aurions déjà cueilli les fruits les plus accessibles, et où il ne resterait que quelques fruits difficiles d'accès à récupérer. La situation de ces dernières années, avec une croissance faible malgré l'essor du numérique, semble donner du poids à cet argument.

Inclusion financière

De nombreuses personnes, principalement situées dans les pays du Sud, n'ont toujours pas accès aux services financiers tels qu'un compte bancaire, un crédit, un prêt ou des assurances. Or, ces services favorisent la croissance inclusive, puisqu'ils vont favoriser directement l'essor économique d'individus et d'entreprises défavorisés *(FMI 2017; FAO* 2018, p.16)*. L'inclusion financière, définie comme l'accès et l'utilisation de ces services financiers, est donc un facteur important pour une croissance inclusive.

L'inclusion financière est favorisée par le numérique. Par exemple, il est possible d'avoir accès aux services bancaires rien qu'avec un téléphone portable et une connexion mobile de base. Le système M-Pesa est basé sur le crédit de télécommunication, qui sert en réalité de monnaie virtuelle *(Safaricom 2019)*. Ce type de système est très utilisé dans certains pays africains et asiatiques *(Mutiga et Flood 2016; The Economist 2015)*. D'après une étude de The Economist *(2015)*, les revenus des Kenyan·e·s ruraux ayant adopté le système avaient augmenté de 5 à 30% supplémentaires par rapport aux autres habitant·e·s. M-Pesa a aussi participé à la création de nouvelles entreprises dans la capitale kenyane, et donc à la création de nouveaux emplois et richesses dans le pays.

Le crédit téléphonique, qui sert de monnaie, est à acheter aux distributeurs automatiques ou dans les échoppes téléphoniques.
© WorldRemit Comms-CC BY-SA 2.0

D'autres initiatives digitales permettent l'inclusion financière. La plateforme Kiva est un exemple particulièrement couronné de succès *(Kiva 2019)*. Cette dernière met en contact de petit·e·s entrepreneurs/euses pauvres cherchant des financements pour leur projet avec des individus prêts à leur fournir un microcrédit, c'est-à-dire le prêt d'une petite quantité d'argent *(Yunus 2017)*.

.

En bref!

- Le numérique participe à la croissance économique, notamment en augmentant la productivité du travail.
- Il n'est pas sûr que la croissance économique induite par le numérique soit extrêmement conséquente.
- La croissance économique induite par le digital n'est pas nécessairement inclusive ni durable, ce qui impacte la croissance en elle-même sur le court et le long terme.
- Le numérique permet d'augmenter l'inclusion financière de populations défavorisées.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 2 "Plaisir, bien-être, bonheur ?"
- Activité 5 "Je me mets à la place de..."

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 3 (U.A. 3.1.), 4 (4.1. et 4.2.), 6 (U.A. 6.1., 6.3 et 6.4)

Bibliographie :

• *Azevedo, R. 2017. The Role of ICTs in Facilitating Trade for Sustainable Development. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : Union internationale des télécommunications, pp.59-63. Disponible à : https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 20 juin 2019].*

• *Becchetti, L. et al. 2015. Human values, civil economy and subjective well-being. Dans : Helliwell, J. et al. eds. World Happiness Report 2015. New York : Sustainable Development Solutions Network, pp.132-151. Disponible à : https://s3.amazonaws.com/happiness-report/2015/WHR15_Sep15.pdf [Consulté le : 20 juin 2019].*

• *Ben Ytzhak, L. 2015. La croissance, une affaire d'énergie [En ligne]. Disponible à : https://lejournal.cnrs.fr/articles/la-croissance-une-affaire-de-energie [Consulté le : 4 juin 2016].*

• *Brundtland, G. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. New York : Organisation des Nations unies. Disponible à : http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm [Consulté le 19 juin 2019].*

• *Bruni, L. et Zamagni, S. 2017. Civil Economy: Another Idea of the Market. Newcastle : Agenda Publishing.*

• *Cingano, F. 2014. Trends in Income Inequality and its Impact on Economic Growth. Documents de travail de l'OCDE sur les questions sociales, l'emploi et les migrations 163. Paris : OCDE.*

• *Cowen, T. 2011. The great stagnation: how America ate all the low-hanging fruit of modern history, got sick, and will (eventually) feel better. New York : Dutton.*

• *FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2018. Tackling poverty and hunger through digital innovation. Rome. Disponible à : http://www.fao.org/3/ca1040en/CA1040EN.pdf [Consulté le : 22 mai 2019].*

• *FMI (Fonds monétaire international). 2017. Leveraging Digitalization for Development: A Toolbox for Enhancing Financial Inclusion. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : Union internationale des télécommunications, pp.66-67. Disponible à : https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 20 juin 2019].*

• *Harvard University Press. 2016. The Elephant Chart in the EU Room [Enligne]. Disponible à : https://harvardpress.typepad.com/hup_publicity/2016/06/branko-milanovic-elephant-chart-brexit.html [Consulté le : 4 juin 2019].*

• *Jackson, T. et Webster, R. 2016. Limits revisited : A review of the limits to growth debate. Basingstoke : All-Party Parliamentary Group (APPG) on Limits to Growth. Disponible à : http://limits2growth.org.uk/wp-content/uploads/2016/04/Jackson-and-Webster-2016-Limits-Revisited.pdf [Consulté le : 4 juin 2019].*

• *Jackson, T. 2018. The post-growth challenge: Secular stagnation, inequality and the limits to growth. Centre for the Understanding of Sustainable Prosperity. Disponible à : https://www.cusp.ac.uk/wp-content/uploads/WP-12-The-Post-Growth-Challenge-1.2MB.pdf [Consulté le : 19 juin 2019].*

• *Kallis, G. 2017. In Defense of Degrowth: Opinions and Manifestos. Uneven Earth Press.*

• *Kallis, G. et al. 2018. Research on Degrowth. Annual Review of Environment and Resources 43(1), pp.291-316.*

• *Kiva. 2019. About us [En ligne]. Disponible à : https://www.kiva.org/about [Consulté le : 22 mai 2019].*

• *Latouche, S. 2019. La décroissance. Paris : Que sais-je ?*

• *Manyika, J. et al. 2013. Disruptives technologies: advances that will transform life, business, and the global economy. Washington : McKinsey Global Institute. Disponible à : https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies [Consulté le : 20 juin 2019].*

• *Manyika, J. 2017. et al. A future that works : automation, employment, and productivity. Washington : McKinsey Global Institute. Disponible à : https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx [Consulté le : 20 juin 2019].*

• *Mutiga, M. et Flood, Z. 2016. Africa calling: mobile phone revolution to transform democracies[Enligne]. The Guardian. Disponible à : https://www.theguardian.com/world/2016/aug/08/africa-calling-mobile-phone-broadband-revolution-transform-democracies [Consulté le : 20 mai 2019].*

• *Piketty, T. 2013. Le capital au XXIe siècle. Paris : Seuil.*

• *PNUD (Programme des Nations unies pour le développement). 2017. UNDP's strategy for inclusive and sustainable growth. New York. Disponible à : https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Poverty%20Reduction/UNDPs%20Inclusive%20and%20Sustainable%20Growth-final.pdf [Consulté le : 19 juin 2019].*

• *Rifkin, J. 2014. La nouvelle société du coût marginal zéro : l'internet des objets, l'émergence des communaux collaboratifs et l'éclipse du capitalisme. Paris : Les liens qui libèrent.*

• *Safaricom. 2019. Using M-PESA [En ligne]. Disponible à : https://www.safaricom.co.ke/personal/m-pesa/getting-started/using-m-pesa [Consulté le : 20 mai 2019].*

• *Schumpeter J. 1942. Capitalism, socialism and democracy. London : Routledge.*

• *Stern, N. 2006. Stern Review on the Economics of Climate Change. Londres : HM Treasury. Disponible à : https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm [Consulté le : 20 juin 2019].*

• *The Economist. 2015. Why does Kenya lead the world in mobile money? [En ligne]. Disponible à : https://www.economist.com/the-economist-explains/2015/03/02/why-does-kenya-lead-the-world-in-mobile-money [Consulté le : 21 mai 2019].*

• *Yunus, M. 2017. Technology: Unleashing the Power of Technology to Liberate All People. Dans : A World of Three Zeroes: the new economics of zero poverty, zero unemployment, and zero carbon emissions. New York : PublicAffairs*

3. ÉDUCATION

Ben.Timney - CC BY-NC-ND 2.0

CHAPITRE 3: ÉDUCATION

Pourquoi est-ce important ?

L'éducation est considérée comme la clé qui permettra d'atteindre le développement durable (ONU 2016). Elle permet de sortir de la pauvreté, de réduire les inégalités de tous types, d'ouvrir l'esprit ou encore de vivre de manière plus saine. De manière plus générale, l'éducation fournit des compétences clés pour être capable de développer des solutions innovantes aux problèmes actuels et futurs (ONU 2016).*

Le pourcentage d'enfants allant à l'école dans le monde a largement augmenté depuis l'an 2000. Le taux d'enrôlement en école primaire était de 91% en 2013, et l'objectif de l'ONU est d'atteindre 100% en 2030. On considère cependant qu'un enfant sur 3 quitte encore l'école sans savoir lire et effectuer des opérations simples d'arithmétique. Ceci est particulièrement vrai dans les zones en conflit et en Afrique subsaharienne. Certains groupes ont également plus difficilement accès à l'éducation, notamment les femmes (ONU 2016).

L'Union européenne a défini 8 compétences clés de l'éducation (Parlement européen et Conseil de l'Union européenne 2006), dont une a trait au numérique. Dans l'Union, malgré une population de plus en plus éduquée, le pourcentage de jeunes ayant de faibles performances en lecture, mathématiques et sciences ne semble pas diminuer depuis l'an 2000 (Eurostat 2018, p.86).

Le numérique est-il utile à l'école ?

Les appareils digitaux, allant des tableaux blancs interactifs aux ordinateurs et tablettes destinés aux élèves, sont de plus en plus présents dans les salles de classe. Il est possible qu'à l'avenir, ils deviennent omniprésents. Il est donc pertinent de se demander s'ils amènent un véritable plus à l'enseignement.

Avant toute chose, nous voulons insister sur le fait qu'il n'existe pas de réponse claire et tranchée à ce sujet à l'heure actuelle. Il semble tout de même que le numérique n'ait pas encore réussi à remplir ses promesses dans ce domaine. L'OCDE *(2015a; 2015b)* a notamment étudié le lien entre l'utilisation du numérique dans l'enseignement et certaines compétences des élèves de 15 ans lors du test PISA de 2012. Les résultats sont qu'une utilisation modérée du numérique, notamment pour effectuer du travail à la maison ou utiliser Internet à l'école, est bénéfique lorsqu'elle ne dépasse pas quelques heures par mois. Au-delà, les compétences des élèves se seraient détériorées.

Il est tout d'abord important de rappeler que ces résultats ne traduisent pas nécessairement un lien de causalité entre l'utilisation prolongée du numérique dans le domaine de l'éducation et une baisse de compétence des élèves. Certaines hypothèses sont cependant avancées pour aller dans ce sens. Parmi elles, le fait que le cerveau de l'enfant se développerait moins quand le numérique est trop utilisé. Au lieu de réfléchir par eux-mêmes, les enfants deviendraient des utilisateurs/trices passif·ve·s du numérique *(Spitzer 2012)*. Le numérique tel qu'il est actuellement utilisé pourrait également diminuer les capacités de concentration *(Spitzer 2012)*. Andreas Schleicher *(2015, p.2)*, directeur de la Direction de l'éducation et des compétences de l'OCDE, propose d'expliquer ces résultats par la réduction – du fait de l'usage important du numérique – des interactions intensives entre enseignant·e·s et élèves, engagement humain précieux et nécessaire au développement d'une compréhension conceptuelle et d'une réflexion approfondie. D'une manière générale, une utilisation peu réfléchie du numérique a tendance à diminuer les interactions sociales manuelles et sensorielles ; celles-ci étant pourtant primordiales à l'éducation de l'enfant *(Castaignède 2018)*.

Il existe par ailleurs de premiers résultats solides sur le lien entre l'utilisation du numérique – de manière globale, et donc majoritairement en dehors du cadre scolaire – et la baisse du développement cognitif des enfants. Ainsi, en moyenne, chaque heure supplémentaire passée devant un écran à l'âge de 2 ans provoquerait une baisse de quotient intellectuel (QI) de 0,7 point à 3 ans. De même, chaque heure supplémentaire à 3 ans entraînerait une baisse de 0,5 point de QI à 5 ans *(Ramus 2019)*. Il n'existe pas encore, à notre connaissance, d'étude aussi sérieuse concernant les enfants plus âgés. Sachant que la moyenne de QI se situe aux alentours de 100 et que les haut-potentiels se trouvent au-delà de 130, la différence résultante de l'utilisation du numérique ne serait pas négligeable.

Se basant sur ces éléments, certain·e·s défendent l'idée selon laquelle les appareils numériques ne devraient pas être utilisés à l'école avant environ 15 ans *(Bihouix et Mauvilly 2016, p.215)*. Les effets néfastes du numérique sur la santé et le bien-être, notamment les risques de dépendance et de diminution du sommeil – Cf. Chapitre 2 pour plus d'explications à ce sujet – sont également évoqués comme raisons pour lesquelles l'école pourrait devenir un lieu de déconnexion, surtout étant donné l'utilisation de plus en plus importante du numérique en dehors du cadre scolaire. Un certain nombre de parents actifs dans la Silicon Valley, le temple du numérique, ont d'ailleurs adopté cette manière de penser et ont envoyé leurs enfants dans les écoles du réseau Steiner-Waldorf, où le numérique est interdit jusqu'à 14 ans *(Castaignède 2018, 36:25 à 39:12)*.

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

Alors, pas de numérique à l'école ?

S'il existe des raisons de s'interroger sur l'efficacité et les risques du numérique à l'école, celui-ci s'avère pertinent dans différents cas de figure.

Tout d'abord, le numérique semble très efficace pour améliorer l'éducation des personnes atteintes de handicap ou de trouble de l'apprentissage *(Amadieu et Tricot 2014; Stanberry et Raskind 2009)*. Peu d'outils pour ces personnes ont cependant été mis en place jusqu'à présent *(Amadieu et Tricot 2014, p.68)*.

Ensuite, les outils digitaux d'éducation permettant d'apprendre à distance sont très utiles quand un enseignement de qualité n'est pas disponible. Par exemple, au Bangladesh, la fondation JAAGO permet aux élèves des régions reculées du pays, où il y a peu d'enseignant·e·s qualifié·e·s, de suivre gratuitement des cours en ligne donnés par des enseignant·e·s de la capitale *(Bolkova et Lake 2017)*. Ce type d'enseignement se multiplie et peut devenir crucial pour l'éducation dans les régions pauvres et pour les populations marginalisées.

Enfin, ce n'est pas parce que le numérique n'a pas réussi à considérablement améliorer l'éducation jusqu'à présent qu'il ne peut pas y parvenir dans le futur. L'adaptation de l'enseignement aux outils numériques prend du temps. Il faut pouvoir utiliser le numérique là où il peut réellement apporter un plus, et sans remplacer l'humain *(Taddei 2018 ; Castaignède 2018)*. Il faut aussi que l'utilisation du numérique soit pensée pour améliorer l'éducation, et non dans le seul but d'insérer du numérique *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. Les enseignant·e·s doivent aussi être bien préparé·e·s à l'utilisation du numérique en classe. L'Union européenne a d'ailleurs mis en place un cadre pour développer les compétences des éducateurs/trices dans ce domaine, DigCompEdu *(Redecker et Punie 2017)*.

L'école singapourienne, une des meilleures au monde, utilise le numérique avec parcimonie (Castaignède 2018).
© Screenshot - Arte : Demain L'école- Les innovations dans le monde 2018

Le numérique est par exemple prometteur pour parvenir à personnaliser l'enseignement à chaque élève – ce qui est considéré comme très important pour une éducation de qualité *(Robinson 2018)* – et pour que les enfants et adolescent·e·s trouvent du sens dans leur apprentissage *(Taddei 2018)*. L'école californienne AltSchool, fondée par un ancien cadre de Google, tente de fournir un enseignement sur mesure à chaque élève grâce à des technologies digitales de pointe *(Castaignède 2018, 40:15 à 45:12)*. Les résultats ne semblent pas encore à la hauteur des attentes, mais ce type d'initiative fait avancer la réflexion. Par ailleurs, les avancées en neurosciences, favorisées par le numérique, permettront certainement d'améliorer l'éducation, avec ou sans numérique, dans les décennies à venir *(Dworczak 2015)*.

Plus de numérique à l'école, et moins en dehors ?

Ainsi, une position alternative à celle exposée à la fin de la section précédente pourrait être celle-ci. Puisqu'il semble que le numérique ralentit le développement cognitif des enfants et peut-être des adolescent·e·s, il serait pertinent que son usage en dehors de la sphère scolaire soit fortement réduit. Son utilisation dans le cadre de l'enseignement pourrait parallèlement augmenter. En effet, l'école pourrait parvenir à utiliser les services numériques de manière à favoriser l'apprentissage et le développement des élèves, se basant sur les connaissances scientifiques et pédagogiques. Nous pourrions donc nous retrouver dans un tout autre monde, où la déconnexion des élèves se produirait en dehors du cadre scolaire, mais où le numérique serait très présent en son sein.

Préparer les élèves au monde de demain

Quelle que soit l'utilisation du numérique dans l'éducation, il est nécessaire de fournir une éducation au numérique. En effet, par son omniprésence, les jeunes y sont inévitablement confronté·e·s. Il faut donc leur apprendre tant à utiliser les outils numériques qu'à éviter qu'ils/elles les utilisent d'une mauvaise manière et à de mauvaises fins. Notons qu'une grande partie de l'enseignement au numérique à l'école peut être réalisée sans appareils numériques *(Bihouix et Mauvilly 2016, pp.216-218)*.

De manière générale, nous allons vers un monde incertain, principalement pour deux raisons. Premièrement, le numérique et particulièrement l'intelligence artificielle vont remplacer petit à petit certaines tâches aujourd'hui effectuées par des humains (cf. Chapitre 3). Certaines tâches apprises à l'école deviendront obsolètes tandis que d'autres, encore inimaginables aujourd'hui, deviendront indispensables. Deuxièmement, les crises environnementale, sociale et sanitaire provoqueront probablement des transformations radicales des sociétés humaines, voire d'autres crises d'ampleur *(Servigne et Stevens 2015)*. Ainsi, qui peut imaginer le monde dans 10, 20 ou 50 ans ? Il faut donc éduquer les jeunes à vivre dans un monde incertain, où les crises pourraient se succéder.

Pour y parvenir, tout d'abord, enseigner la polyvalence semble adéquat. En effet, les machines vont

sans doute remplacer l'Homme pour de nombreuses tâches spécialisées, mais une même machine est encore loin de savoir effectuer plusieurs tâches différentes à la suite *(Chamaraux 2019)*. Ensuite, enseigner des valeurs telles que la créativité, la résilience, l'autonomie, la bienveillance, la coopération ou encore l'empathie permettrait de donner aux jeunes les bases pour développer des solutions innovantes aux problèmes à venir *(Dion et Laurent 2015; Castaignède 2018; Chamaraux 2019; Taddei 2015)*. Les machines sont également peu performantes, en tout cas pour l'instant, dans ces domaines *(Bernstein et Raman 2015)*. Enfin, puisqu'un nombre infini d'informations est désormais disponible presque instantanément, les élèves doivent développer des savoir-faire et des savoir-être plutôt que capitaliser des savoirs. Il faut donc, d'une certaine manière, apprendre à apprendre *(Chamaraux 2019)*, tout en n'oubliant pas certains savoirs essentiels *(Morin 1999)*. L'enseignement finlandais prône ces différentes valeurs tout en fournissant une éducation permettant aux élèves d'obtenir de très bons résultats aux tests PISA et en ayant un nombre très limité d'heures de cours par jour *(Castaignède 2018)*. Il semblerait donc sage de se diriger dans cette voie.

L'enseignement des matières liées aux technologies numériques semble indispensable, étant donné que de plus en plus d'emplois vont être liés à ce domaine. Or, ces matières ne sont pas toujours plébiscitées par les élèves et ces dernier·e·s n'ont pas toujours les compétences requises à la fin de leurs années d'apprentissage. La pédagogie STEAM (science, technologie, ingénierie, arts et mathématiques) tente de remédier à ce problème en rendant l'apprentissage de ces matières plus créatif en les liant à l'art. Sur le site d'EuroSTEAM (2019) se trouvent différents exemples d'application de cette pédagogie en pratique.

En bref !

- Le numérique n'a pas encore apporté les résultats désirés dans les écoles. La pédagogie pourrait toutefois bénéficier de l'apport d'outils digitaux si ceux-ci sont utilisés de manière à réellement améliorer les capacités des élèves.
- Le numérique peut particulièrement améliorer l'éducation des personnes atteintes de handicap et de trouble de l'apprentissage ainsi que dans les régions défavorisées.
- Le monde de demain est très incertain, notamment dû à l'intelligence artificielle, et l'éducation doit s'y préparer.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 5 : Comment agir ?

- Activité 3 "Agir dans l'établissement ..."

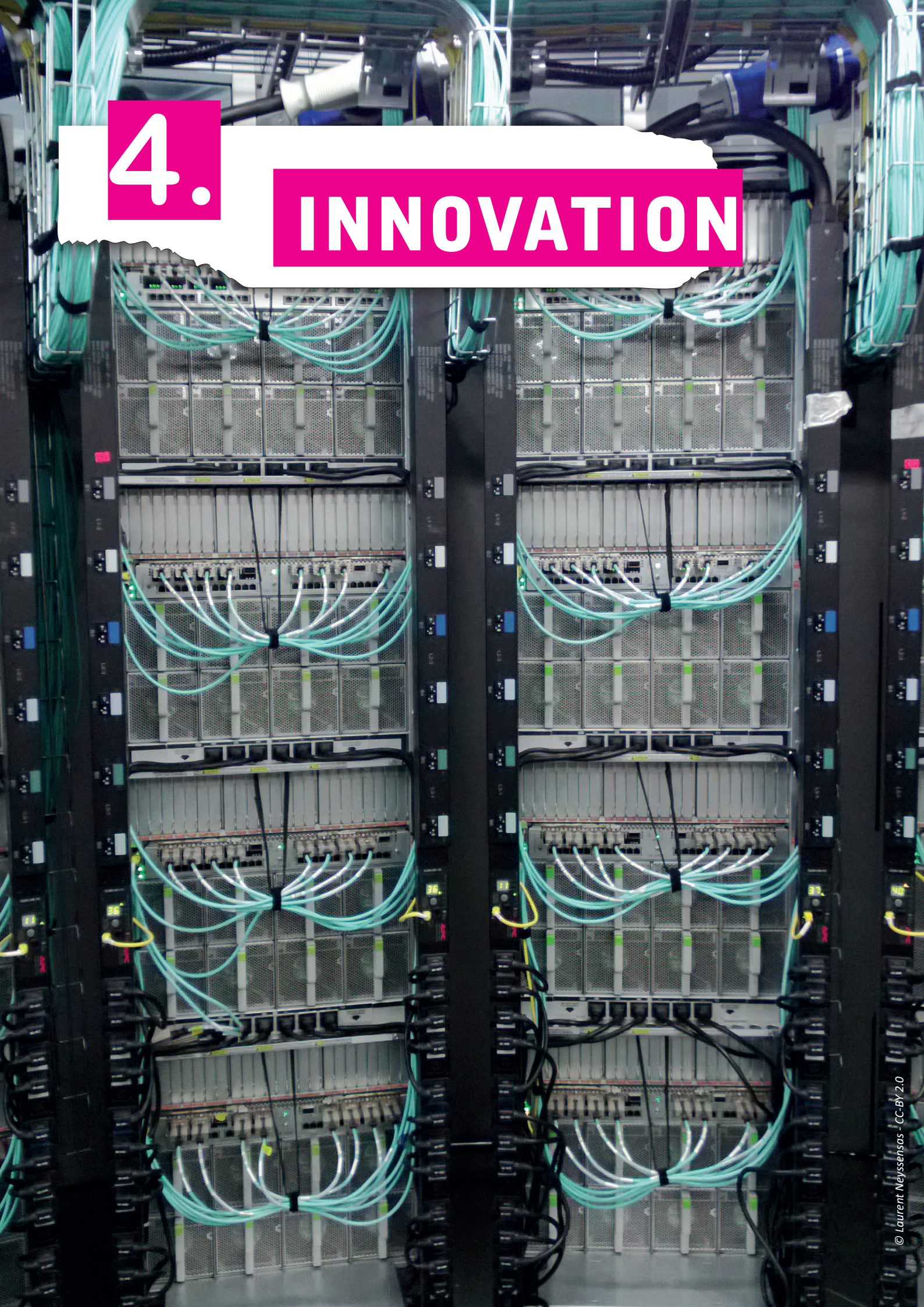
Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 3 (U.A. 3.5. et 3.6.)

Bibliographie :

- *Amadieu, F. et Tricot, A. 2014. Apprendre avec le numérique. Mythes et réalités. Retz.*
- *Bernstein, A. et Raman, A. 2015. The Great Decoupling: An Interview with Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee. Harvard Business Review. Disponible à : https://hbr.org/2015/06/the-great-decoupling [Consulté le : 7 mai 2019].*
- *Bihouix, P. et Mauvilly, K. 2016. Le désastre de l'école numérique : plaidoyer pour une école sans écrans. Paris : Seuil.*
- *Bolkova, I. et Lake, A. 2017. Quality education. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.32-39. Disponible à : https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 25 avril 2019].*
- *Castaignède, F. 2018. Demain, l'école. Un tour du monde des meilleures pratiques pédagogiques. Paris : Arte France.*
- *Chamaraux, F. 2019. Un monde modelé par les IA : nouveaux enjeux pour l'enseignement ? Éduquer 144, pp.20-23. Disponible à : https://ligue-enseignement.be/un-monde-modele-par-les-ia-nouveaux-enjeux-pour-lenseignement/ [Consulté le : 25 avril 2019].*
- *Dion, C. et Laurent, M. 2015. Demain. France : Movemovie, 103:15 à 113:10.*
- *Dworczak, F. 2015. Comment les neurosciences peuvent améliorer l'éducation [En ligne]. The Conversation. Disponible à : https://theconversation.com/comment-les-neurosciences-peuvent-ameliorer-leducation-49400 [Consulté le : 27 mai 2019].*
- *Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9237449/KS-01-18-656-EN-N.pdf/2b2a096b-3bd6-4939-8ef3-11cfc14b9329 [Consulté le : 24 avril 2019].*
- *EuroSTEAM. 2019. EuroSTEAM project overview [En ligne]. Disponible à : http://www.eurosteamproject.eu/project.html [Consulté le : 17 juin 2019].*
- *OCDE. 2015a. Connectés pour apprendre ? Les élèves et les nouvelles technologies : Principaux résultats. Paris. Disponible à : http://www.oecd.org/fr/education/scolaire/Connectes-pour-apprendre-les-eleves-et-les-nouvelles-technologies-principaux-resultats.pdf [Consulté le : 24 avril 2019].*
- *OCDE. 2015b. Students, computers and learning : making the connection. Paris. Disponible à : https://read.oecd-ilibrary.org/education/students-computers-and-learning_9789264239555-en#page1 [Consulté le : 17 juin 2019].*
- *ONU. 2016. Éducation de qualité : pourquoi est-ce important ? [En ligne]. Disponible à : https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Why_it_matters_Goal_4_French.pdf [Consulté le : 24 avril 2019].*
- *Parlement européen et Conseil de l'UE. 2006. Recommandation du Parlement et du Conseil du 18 décembre 2006 sur les compétences clés pour l'éducation et la formation tout au long de la vie (2006/962/CE). Bruxelles. Disponible à : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=IT [Consulté le : 24 avril 2019].*
- *Ramus, F. 2019. Les écrans ont-ils un effet causal sur le développement cognitif des enfants? [En ligne].*
- *Redecker, C. et Punie, Y. 2017. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Luxembourg : JRC Science Hub, CE. Disponible à : https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu [Consulté le : 25 avril 2019].*
- *Robinson, K. 2018. Dans : Castaignède, F. Demain, l'école. Un tour du monde des meilleures pratiques pédagogiques. Paris : Arte France, 34:52 à 36:07 et 39:31 à 40:35.*
- *Schleicher, A. 2015. Avant-propos. Dans : OCDE. Connectés pour apprendre ? Les élèves et les nouvelles technologies : Principaux résultats. Paris [En ligne].*
- *Servigne, P. et Stevens, R. 2015. Comment tout peut s'effondrer : petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes. Paris : Seuil.*
- *Stanberry, K. et Raskind, M. 2009. Assistive Technology for Kids with Learning Disabilities: An Overview [En ligne]. Disponible à : http://www.readingrockets.org/article/assistive-technology-kids-learning-disabilities-overview [Consulté le : 26 avril 2019].*
- *Spitzer, M. 2012. Digitale Demenz. Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen. Munich : Droemer Knaur.*
- *Taddei, F. 2015. Dans : Poulain, H. et al. 2015. 2 degrés avant la fin du monde [En ligne]. Data Gueule. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=Hs-M1vgI_4A [Consulté le : 25 avril 2019].*
- *Taddei, F. 2018. Dans : Castaignède, F. Demain, l'école. Un tour du monde des meilleures pratiques pédagogiques. Paris : Arte France, 50:49 à 51:39.*

4. INNOVATION



© Laurent Neyssensas - CC-BY 2.0

CHAPITRE 4: INNOVATION

Pourquoi est-ce important ?

Une innovation est un produit ou procédé nouveau ou amélioré, qui diffère sensiblement des versions disponibles précédemment (OCDE 2018, p.20). Les innovations sont primordiales car elles permettent, entre autres, de répondre aux problèmes sociétaux d'aujourd'hui et de demain (ONU 2016). L'innovation est également pourvoyeuse de nouveaux emplois (OCDE 2018), et est donc importante pour permettre aux systèmes de sécurité sociale, basés sur les revenus du travail, de se pérenniser. L'innovation est un sujet très à la mode, et est une des priorités de l'Union européenne (Commission européenne 2019).

Dans ce chapitre, nous tenterons de répondre à la question suivante : le numérique favorise-t-il l'innovation ?

Avantages du numérique

Le numérique offre d'immenses possibilités d'innovation. Les outils digitaux, comme les logiciels informatiques en tous genres, les drones, les robots ou encore les imprimantes 3D, sont des innovations permettant elles-mêmes l'innovation. L'innovation en rapport avec le numérique est donc très large. En 2017, un tiers des demandes de brevets dans l'Union européenne concernait ce secteur *(EPO 2019)*. L'innovation fournie par le numérique est utile dans un grand nombre de secteurs, et pas seulement pour les entreprises. Par exemple, dans le domaine social.

L'innovation est favorisée lorsque les outils utilisés sont accessibles et fournissent aux individus une plus grande capacité d'autonomie *(Zoellick et Bisht 2018)*. Les logiciels et services dits « libres » remplissent ces conditions puisque ceux-ci sont modifiables et utilisables sans payer de droits d'auteur·e *(Lessig 2004; Zoellick et Bisht 2018)*. Des exemples emblématiques sont le moteur de recherche Mozilla Firefox, l'encyclopédie libre Wikipédia et le système d'exploitation Linux. Les innovations sociales apportées par le numérique, qui visent à répondre aux besoins sociaux de la population *(Millard et Carpenter 2014)*, peuvent également rentrer dans cette catégorie. Nombre d'exemples sont mentionnés dans ce guide. Beaucoup d'outils numériques, tels Internet et les réseaux sociaux, sont accessibles à tou·te·s et gratuits ou bon marché. Ils permettent aux individus d'être créatif·ve·s, notamment sur YouTube ou TikTok. Il faut toutefois garder à l'esprit que ces outils sont contrôlés par de grandes entreprises. Elles utilisent les données personnelles pour influencer la manière d'interagir avec la plateforme et faire du profit. Comme dit l'adage : « Si c'est gratuit, c'est que vous êtes le produit ».

Mozilla[1], Wikipédia[2] et Linux[3], trois univers d'innovation gratuits et libres
1et 2 © CC BY-Wikimedia Foundation et lewing
3 @isc.tamu.edu Larry Ewing and The GIMP

Inconvénients du numérique

Manque d'accessibilité :

Tout d'abord, l'innovation n'est pas accessible à toutes et tous. Au-delà des évidentes limites des personnes n'ayant pas accès aux minima vitaux, comme un logement ou l'électricité, plusieurs autres conditions doivent aussi être remplies pour innover dans le digital. Premièrement, cela demande généralement de grandes connaissances et compétences informatiques qui ne s'acquièrent pas facilement et ne sont pas accessibles à tou·te·s. Deuxièmement, il faut avoir accès, physiquement et financièrement, aux technologies numériques nécessaires pour lancer un projet innovant. Certains outils numériques sont assez accessibles, comme Internet et les réseaux sociaux – bien que seulement 51,2% de la population mondiale utilisait Internet fin 2018 *(UIT* 2019)*. D'autres le sont beaucoup moins puisqu'ils sont parfois très onéreux. En somme, même si le numérique permet l'innovation, seul un nombre restreint d'individus peut réellement innover. C'est d'ailleurs une des raisons expliquant pourquoi certaines entreprises du numérique accaparent une très large part de l'innovation du secteur *(Allen 2017)*.

© Boegh-CC BY-SA 2.0

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

Innovation pour l'innovation :

Ensuite, il est important de se demander si l'innovation actuelle, tant dans le numérique que dans d'autres secteurs, aide la société à avancer, à trouver des solutions aux difficultés d'aujourd'hui et de demain. Il semble que nos sociétés soient dans une course à l'innovation *(Sibley 2014)*, à tel point que « l'innovation pour l'innovation » soit aujourd'hui devenue monnaie courante *(IHEST 2014)*. Cela peut en partie s'expliquer par le fait que les entreprises, qui prennent une part de plus en plus importante dans l'innovation *(Eurostat 2018, p. 170)*, innovent d'abord dans le but d'en retirer des profits *(Schumpeter 1934)* avant de chercher à aider la société à progresser *(IHEST 2014)*. Il est d'ailleurs très intéressant de remarquer que, même si l'immense majorité des innovations actuelles sont l'oeuvre du secteur privé, ce dernier ne trouve le courage d'investir après qu'un État ait effectué un investissement à haut risque. Ainsi, la plupart des avancées technologiques de ces dernières décennies - pour n'en mentionner que quelques-unes, Internet, GPS, l'écran tactile ou encore les applications de commande vocale telles que Siri - ont été financées par des gouvernements *(Mazzucato 2014)*. Les institutions démocratiques ont par ailleurs un rôle essentiel à jouer pour contrebalancer les intérêts mercantiles des entreprises, dans le but de défendre et de développer le bien commun. L'innovation n'est donc pas, et ne doit pas, être le domaine réservé des entreprises, mais aussi notamment des universités via la recherche et les start-ups.

Créativité :

Enfin, pour être créatif/ve, ce qui est une condition nécessaire à l'innovation *(Amabile et Pratt 2016)*, il faut prendre le temps de réfléchir, de creuser une idée, d'imaginer *(Cole 2018)*. Or, utiliser le numérique au jour le jour ne facilite pas ces tâches. De fait, nous sommes constamment envahi·e·s par une masse d'informations que nous ne prenons pas réellement le temps d'analyser avant de passer aux suivantes *(Lehrer 2010)*. Ainsi, il est probable que le numérique réduise la créativité de tout un chacun·e.

En bref !

- D'un côté, le numérique représente une large part de l'innovation mondiale. Certains outils digitaux, comme Internet, les réseaux sociaux et les logiciels libres, permettent le foisonnement d'idées créatives et d'innovations.
- D'un autre côté, l'innovation dans le domaine du digital est loin d'être accessible à tou·te·s et ne semble pas toujours réellement utile à la société.
- L'utilisation du numérique pourrait empêcher le sens créatif de tout un chacun de s'exprimer.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 1 "Le numérique, courte histoire ?"

Parcours 4 : Quels effets rebonds

- Activité 1 "Effets rebonds au quotidien ?"

Parcours 6 : Un futur avec ou sans numérique ?

- Activité 1 " Des futurs contradictoires ?"
- Activité 2 "La lettre du futur ?"

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 1 (U.A. (1.6.), 2 (U.A. 2.1.), 4 (U.A. 4.1. et 4.2.), 6 (U.A. 6.1., 6.2., 6.3.)

Bibliographie

- *Allen, J. 2017. Technology and Inequality: Concentrated Wealth in a Digital World. Basingstoke : Palgrave Macmillan.*
- *Amabile, T. et Pratt, M. 2016. The dynamic componential model of creativity and innovation in organizations: Making progress, making meaning. Research in Organizational Behavior 36, pp.157-183.*
- *Cole, N. 2018. How Technology Is Both Maximizing and Destroying Productivity and Creative Thinking [En ligne]. Disponible à : https://medium.com/@nicolascole77/how-technology-is-both-maximizing-and-destroying-productivity-and-creative-thinking-281a9747fc77 [Consulté le : 10 mai 2019].*
- *CE. 2019. Research and Innovation funding 2014-2020 [En ligne]. Disponible à : https://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm [Consulté le : 27 mai 2019].*
- *EPO (Office européen des brevets). 2019. Information and Communications Technology patents at the EPO [En ligne]. Disponible à : https://www.epo.org/news-issues/issues/ict/about-ict.html [Consulté le : 7 mai 2019].*
- *Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9237449/KS-01-18-656-EN-N.pdf/2b2a096b-3bd6-4939-8ef3-11cfc14b9329 [Consulté le : 10 mai 2019].*
- *IHEST (Institut des Hautes Etudes pour la Science et la Technologie). 2014. Quelle est la perception sociale de l'innovation ? [En ligne]. Disponible à : https://www.ihest.fr/la-mediatheque/dossiers-123/innovation-reperes/quelle-est-la-perception-sociale [Consulté le : 13 mai 2019].*
- *Hurwitz, L. et Schmitt, K. 2020. Can children benefit from early internet exposure? Short- and long-term links between internet use, digital skill, and academic performance. Computers & Education 146.*
- *Lehrer, J. 2010. Our Cluttered Minds [En ligne]. New York Times. Disponible à : https://www.nytimes.com/2010/06/06/books/review/Lehrer-t.html [Consulté le : 13 mai 2019].*
- *Lessig, L. 2004. The Creative Commons. Montana Law Review 65(1), pp. 1-13. Disponible à : https://scholarship.law.umt.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2304&context=mlr [Consulté le : 10 mai 2019].*
- *Malamud, O. et al. 2019. Do children benefit from internet access? Experimental evidence from Peru. Journal of Development Economics 138, pp.41-56*
- *Mazzucato, M. 2014. The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths. Londres et New York : Anthem Press.*
- *Millard, J. et Carpenter, G. 2014. Digital technology in social innovation: a synopsis. TEPSIE. Disponible à : http://www.transitsocialinnovation.eu/content/original/Book%20covers/Local%20PDFs/124%20TEPSIE%20synopsis%20digital%20technology%20in%20SI.pdf [Consulté le : 7 mai 2019].*
- *OCDE. 2018. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4e édition. Paris.*
- *ONU. 2016. Industrie, innovation et infrastructures : pourquoi est-ce important ? [En ligne]. Disponible à : https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Why_it_matters_Goal_9_French.pdf [Consulté le : 3 mai 2019].*
- *Sibley, A. 2014. Il faut freiner la course à l'innovation [En ligne]. Disponible à : https://www.lemonde.fr/idees/article/2014/02/17/il-faut-freiner-la-course-a-l-innovation_4367851_3232.html [Consulté le : 13 mai 2019].*
- *Schumpeter, J. 1934. The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. New Jersey: Transaction Books. Traduit par Redvers, O. de la version originale de 1911, Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung.*
- *UIT. 2019. Statistics [En ligne]. Disponible à : https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx [Consulté le : 10 mai 2019]*
- *Zoellick, J. et Bisht, A. 2018. It's not (all) about efficiency: Powering and organizing technology from a degrowth perspective. Journal of Cleaner Production 197, pp.1787-1799.*

5. PAUVRETÉ ET INÉGALITÉS

CHAPITRE 5: PAUVRETÉ ET INÉGALITÉS

Pourquoi est-ce important ?

Ces deux thèmes, pauvreté et inégalités, sont intimement liés car la pauvreté est souvent le résultat d'inégalités, qu'elles soient économiques ou basées sur le sexe, l'âge, le handicap, l'orientation sexuelle, la race, la classe sociale, l'origine ethnique ou encore la religion.

Tout d'abord, la pauvreté et de fortes inégalités posent une question éthique : comment se satisfaire d'un monde où des personnes vivent dans l'abondance alors que d'autres ne peuvent vivre une vie décente ? Ensuite, la pauvreté sape la confiance en soi, provoque l'exclusion (RTS 2018), mène à des problèmes de santé, à la faim ou encore à la dégradation de l'environnement (ONU 2016). La pauvreté et de fortes inégalités provoquent aussi des tensions sociales, pouvant parfois mener à des migrations et à des guerres (ONU 2016).*

En 2015, environ 10% de la population mondiale est considérée comme « extrêmement pauvre » car elle a vécu avec moins de 1,90$ par jour en moyenne (ONU 2016). Ce taux est en net recul puisqu'il a diminué de moitié depuis l'an 2000. Ceci est à mettre en lien avec le fait que les inégalités de revenus entre les pays sont en forte diminution depuis 1990 (Bourguignon 2016). En Union européenne, bien que l'extrême pauvreté soit peu présente, la pauvreté existe bel et bien. Par exemple, en 2016, 8,7% de la population européenne n'a pas été capable de chauffer suffisamment son habitation, tandis que 1,9% n'avait pas les installations suffisantes pour se laver (Eurostat 2018, p.35). Par ailleurs, on estime que 410.000 personnes dorment dans les rues européennes chaque nuit (Home_EU 2016).

Contrairement aux inégalités de revenus d'un pays à l'autre, celles au sein des pays continuent à augmenter (Bourguignon 2016). Entre 1980 et 2017, dans les pays européens, les classes les plus riches de la population ont reçu la majorité de la croissance, ne laissant que de faibles parts de cette dernière aux classes moyennes et les plus pauvres (Blanchet et al. 2019, pp.29-36). De même, depuis 1980, les inégalités de patrimoine ont fortement augmenté (Piketty 2013), menant à une montée des grosses fortunes. Ainsi, en 2018, 26 personnes possédaient autant de richesses que la moitié de l'humanité (Oxfam 2019). Cette montée des inégalités au sein des pays est souvent considérée comme une conséquence des réformes économiques de ces 40 dernières années (Piketty 2013).

Tout d'abord, la digitalisation va entraîner des changements conséquents sur le travail (cf. Chapitre 3 pour les détails) et ceux-ci impacteront inévitablement les inégalités et la pauvreté.

Potentiel d'amélioration

Le numérique peut apporter de nouvelles solutions pour lutter contre la pauvreté et les inégalités. Il peut aider à offrir des soins de santé dans les régions difficiles d'accès (cf. Chapitre 7), à fournir une éducation aux personnes défavorisées (cf. Chapitre 1), à permettre l'inclusion économique des populations des pays pauvres (cf. Chapitre 2) ou encore à favoriser la prise en compte de l'avis des individus marginalisés dans les décisions politiques (cf. Chapitre 9). Il existe d'autres exemples d'outils digitaux rendant possible la diminution de la pauvreté et des inégalités.

Aide aux plus démunis :

Il existe un grand nombre d'initiatives digitales visant à aider des personnes en situation de détresse.

L'application mobile Homeless Plus permet, avec le consentement des sans-abris, de les référencer sur l'application ainsi que d'indiquer certains détails sur leur situation et leurs besoins *(Schlienger et al. 2016)*. L'application est particulièrement pratique pour les organisations d'aide aux sans-abris, qui peuvent les retrouver plus facilement et leur fournir une aide adaptée *(Homeless Plus 2017)*.

Khabrona.info est un site web et une page Facebook fournissant aux Syrien·ne·s réfugié·e·s dans les camps en Jordanie des informations fiables et dignes de confiance sur les aspects administratifs et légaux liés à leur situation de réfugié·e·s *(Prichard 2018)*. Khabrona.info fournit donc une aide précieuse à ces personnes arrivant dans un pays qu'elles ne connaissent pas. Cette initiative s'est révélée particulièrement utile pour les femmes *(EQUALS 2018)*.

Le numérique peut également s'avérer être une aide de taille en situation de crise. Des intelligences artificielles* (IA) se sont par exemple fait remarquer lors de l'épidémie causée par le virus Ebola. L'une d'entre elles, qui analysait de grandes quantités de données issues des réseaux sociaux, de blogs ou de sites gouvernementaux, a été capable de prédire l'apparition de l'épidémie avant que celle-ci ne soit déclarée *(Sciences et Avenir 2014)*. Une autre IA a analysé les mouvements des populations dans le but de prédire la propagation de l'épidémie *(Wall 2014)*. Ces deux outils digitaux peuvent donc permettre, par exemple, de prévenir l'apparition et la propagation d'épidémies ainsi que d'installer préventivement des centres de soins aux endroits stratégiques.

Amélioration des systèmes de protection sociale :

Les systèmes de protection sociale sont reconnus comme un levier considérable pour réduire la pauvreté et les inégalités *(FAO* 2018)*. Le digital permet de rendre ces systèmes plus efficaces, moins coûteux, plus accessibles et de meilleure qualité *(FAO 2018, p.17)*. De nombreuses initiatives ont déjà été mises en place et ont porté leurs fruits *(Commission européenne 2013; Misuraca et al. 2017)*. Ainsi, par de telles améliorations, le numérique peut réduire la pauvreté et les inégalités.

* Mot ou acronyme défini en fin de document

Le digital ne règle pas les problèmes de fond

En y regardant de plus près, le numérique reproduit souvent les inégalités présentes dans le reste de la société. Dans certains cas, il peut même les accentuer. Ainsi, nous allons voir qu'il est difficile de conclure que le numérique réduit réellement les inégalités.

© Michael Stahl - CC BY-NC-ND 2.0

Inégalités d'accès aux potentialités :

Les personnes les plus défavorisées sont souvent celles ayant le moins accès aux potentialités offertes par le numérique. En premier lieu, elles y ont moins accès. Par exemple, en 2018, alors que 80,9% de la population des pays du Nord utilisait Internet, ce taux n'était que de 45,3% dans les pays Sud, et de 19,5% dans les pays les moins développés *(UIT* 2019a)*. Ainsi, au niveau des inégalités économiques, Hilbert *(2014)* a montré qu'avant 2010, l'accès au numérique était plus inégalitaire que les inégalités de revenus présentes au niveau mondial. La tendance semble toutefois s'inverser après cette période.

Par ailleurs, il y a 200 millions de femmes en moins en ligne *(Gettu 2017)*. Dans les pays du Sud comme du Nord, une personne atteinte d'un handicap *(Scholz et al. 2017)*, habitant en milieu rural *(UIT 2019b)* ou d'origine ethnique défavorisée *(File 2013)* aura moins de chance d'avoir accès au numérique.

En second lieu, même quand l'accès aux outils numériques est garanti, des inégalités sont encore présentes. Par exemple, les personnes les plus actives lors d'initiatives digitales favorisant la participation citoyenne sont des hommes, des diplômés et des personnes fortunées *(Banque Mondiale 2016, p.16)*. De même, une étude sur 1.100 Néerlandais·e·s a montré que les personnes les mieux éduquées et les plus fortunées étaient celles retirant le plus de bénéfices économiques et sociétaux d'Internet. À l'inverse, les personnes handicapées, les personnes âgées et les personnes sans emploi en tirent le moins d'avantages *(Van Deursen et Helsper 2015)*.

Biais des IA :

Les IA peuvent perpétuer des inégalités déjà présentes dans nos sociétés. En fait, en général, elles basent leurs résultats sur des données qui peuvent elles-mêmes être discriminatoires. Par exemple, quand une IA base ses résultats sur une énorme quantité de textes issus d'Internet, elle va davantage associer les hommes au travail et aux mathématiques, et les femmes à la famille et aux arts *(Caliskan et al. 2017)*. Dans ce cas, on dit que l'IA a réalisé un biais. Cette dernière n'est pas discriminante par nature, mais elle se base sur des données qui le sont.

Ainsi, quand une IA est mise en position de prise de décision et qu'elle base ses résultats sur des données discriminantes, elle risque de perpétuer ces inégalités et de provoquer des discriminations. Des exemples concrets ont déjà été observés. Le plus retentissant d'entre eux concerne l'utilisation par la justice américaine de l'IA COMPAS pour évaluer les risques de récidive d'un détenu. Il s'est avéré que COMPAS, qui base ses résultats sur des données du passé qui sont généralement discriminantes envers les personnes afro-américaines, a eu tendance à surévaluer les risques de récidive d'un·e Américain·e noir·e comparé à un·e Américain·e blanc·he. Par conséquent, la machine a incité les juges à garder en prison des détenu·e·s noir·e·s qui n'allaient sans doute pas récidiver, tandis que des détenu·e·s blancs/ches ont été relâché·e·s alors qu'ils/elles étaient de probables récidivistes *(Angwin et al. 2016 ; Villani et al. 2018)*. COMPAS a donc perpétué le racisme présent dans la société américaine.

Les IA reproduisent les discriminations du passé de la société.
© Nadir Burney - CC BY-NC-ND 2.0 - Flirck

D'autres exemples de discriminations des IA ont déjà été repérés, et ceux-ci devraient se multiplier à l'avenir étant donné la place de plus en plus importante donnée aux algorithmes* dans nos sociétés. Il est toutefois important de mentionner que des recherches sont actuellement effectuées pour mettre au point des techniques permettant de réduire les biais des IA *(Friedler et al. 2018)*. Ce travail est cependant très compliqué, notamment parce qu'il est aujourd'hui presque impossible de comprendre la logique interne de ces machines - voir le phénomène des boîtes noires expliqué au Chapitre 7.

Catalyseur des inégalités économiques :

Au cours des 40 dernières années, les riches, et plus particulièrement les très riches, ont largement plus

augmenté leurs richesses que le reste de la population *(Piketty 2013)*. Il semble que les réformes de l'économie mondiale au cours de cette période n'ont pas été les seules raisons derrière cette montée des inégalités, et l'avènement du numérique semble également avoir joué un rôle assez important.

En premier lieu, puisque le numérique permet aux objets et services d'être disponibles partout dans le monde, il provoque souvent l'avènement de quelques « superstars » accaparant la majorité des parts du marché. Par exemple, le numérique permet aux acheteurs/euses du monde entier de comparer toutes les télévisions disponibles sur le marché, et ceux-ci vont alors généralement se tourner vers quelques modèles, devenant des best-sellers à travers le monde. On parle « d'effet superstar » *(Brynjolfsson et al. 2010)*. De plus, le numérique, par l'automatisation* par exemple, permet aux entreprises de produire des biens et services à un coût plus faible qu'auparavant *(Rifkin 2014; Allen 2017)*. En rassemblant ces deux phénomènes, nous comprenons que les technologies digitales ont permis l'avènement de quelques entreprises extrêmement riches et puissantes, et donc des propriétaires et dirigeant·e·s d'entreprise plus riches qu'auparavant. Ces phénomènes sont particulièrement présents dans le secteur du numérique, et expliquent pourquoi seulement quelques entreprises, les GAFA (Google, Apple, Facebook et Amazon) en tête, dominent ces secteurs et sont extrêmement puissantes *(Allen 2017)*.

«Et pendant ce temps là... Les paradis fiscaux ne connaissent pas la crise
© CND-CC BY 2.0

En deuxième lieu, les grandes entreprises actives dans le digital sont très efficaces pour éviter les taxations. À la limite entre égalité et illégalité, elles paient en général moins d'impôts que les entreprises des autres secteurs *(Kim 2015; Commission européenne 2017; Griffith et al. 2014)*. La plupart des grosses entreprises américaines du numérique se sont par exemple installées à Dublin pour payer beaucoup moins d'impôts sur le sol européen *(Arte 2019)*. Dublin n'est d'ailleurs parfois qu'une façade pour envoyer de l'argent vers des paradis fiscaux et être encore moins taxé – voir l'exemple de Google expliqué dans Feuerstein *(2016)*. Ainsi, les entreprises du digital participent peu à la redistribution des richesses entre les riches et les pauvres, menant donc au renforcement des inégalités mondiales.

En troisième lieu, l'économie mondiale est devenue ces 40 dernières années de plus en plus basée sur des capitaux et des actifs financiers plutôt que sur la main-d'œuvre et la production. On parle de la « financiarisation de l'économie » *(Allen 2017)*. Ce phénomène est clé pour permettre aux actionnaires de récupérer une plus grande part des bénéfices des entreprises sous forme de dividendes. S'il semble que le numérique ait indirectement participé à la montée de cette financiarisation *(Allen 2017; Ryder, p.56)*, notamment par le biais du trading haute-fréquence (Lazonick 2013), nous pouvons induire qu'il a permis d'augmenter encore davantage la richesse de personnes déjà très fortunées.

En bref !

- Certains outils numériques ont été créés ou sont utilisables pour aider les personnes pauvres et défavorisées.
- Toutefois, en y regardant de plus près, le numérique perpétue les inégalités.
  - ◊ Les personnes défavorisées ont moins accès aux potentiels offerts par le numérique.
  - ◊ Les intelligences artificielles peuvent reproduire des inégalités et discriminations présentes dans la société.
  - ◊ L'avènement du numérique n'est pas étranger à la montée des inégalités de richesse de ces 40 dernières années, participant à rendre les personnes riches encore plus riches.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 1 : Un numérique durable, cela voudrait dire quoi ?

- Activité 2 "Les ODD, c'est quoi ?"

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 2 "Plaisir, bien-être, bonheur ?"
- Activité 3 "Dans la peau d'un·e vendeur/euse !"
- Activité 5 "Je me mets à la place de..."

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 1 (U.A. (1.6.), 2 (U.A. 2.1.), 4 (U.A. 4.1. et 4.2.), 6 (U.A. 6.1., 6.2., 6.3.)

Bibliographie

• Allen, J. 2017. Technology and Inequality: Concentrated Wealth in a Digital World. Basingstoke : Palgrave Macmillan.

• Angwin, J. et al. Machine Bias [En ligne]. Pro Publica. Disponible à : https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing [Consulté le : 16 mai 2019].

• Arte. 2019. L'Irlande, un paradis fiscal pour Google, Facebook et co [En ligne]. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=hmVPHtYcR6A [Consulté le : 21 mai 2019].

• Banque Mondiale. 2016. Les dividendes du numérique : Abrégé. Washington : Banque Mondiale. Disponible à : http://documents.worldbank.org/curated/en/527621468195004729/pdf/102724-WDR-WDR2016Overview-FRENCH-WebResBox-394840B-OUO-9.pdf [Consulté le : 21 mai 2019].

• Blanchet, T. et al. 2019. How Unequal Is Europe? Evidence from Distributional National Accounts, 1980-2017. World Inequality Lab. Disponible à : https://wid.world/document/bcg2019-full-paper/ [Consulté le : 20 mai 2019].

• Bourguignon, F. 2016. L'évolution des inégalités mondiales de 1870 à 2010 [En ligne]. Disponible à : http://ses.ens-lyon.fr/ressources/stats-a-la-une/levolution-des-inegalites-mondiales-de-1870-a-2010 [Consulté le : 20 mai 2019].

• Brynjolfsson, E. et al. 2010. Research commentary—Long tails vs. superstars: The effect of information technology on product variety and sales concentration patterns. Information Systems Research 21(4), pp.736-747.

• Caliskan, A. et al. 2017. Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. Science 356(6334), pp.183-186.

• Commission Européenne. 2013. The EU-funded project CommonWell: how to integrate health and social care with ICT [En ligne]. Disponible à : https://ec.europa.eu/digital-single-market/news/eu-funded-project-commonwell-how-integrate-health-and-social-care-ict [Consulté le : 22 mai 2019].

• Commission Européenne. 2017. Fiscalité: la Commission trace la voie vers une imposition juste de l'économie numérique [En ligne]. Disponible à : http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-3305_fr.htm [Consulté le : 21 mai 2019].

• EQUALS. 2018. 2018 EQUALS in Tech Award Winner Access Category [En ligne]. Disponible à : https://www.equals.org/khabrona [Consulté le : 2 mai 2019].

• Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9237449/KS-01-18-656-EN-N.pdf/2b2a096b-3bd6-4939-8ef3-11cfc14b9329 [Consulté le : 22 mai 2019].

• FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2018. Tackling poverty and hunger through digital innovation. Rome. Disponible à : http://www.fao.org/3/ca1040en/CA1040EN.pdf [Consulté le : 22 mai 2019].

• Feuerstein, I. 2016. Impôt : les mille et une recettes de l'optimisation fiscale [En ligne]. Les Échos. Disponible à : https://www.lesechos.fr/2016/03/impot-les-mille-et-une-recettes-de-loptimisation-fiscale-204180 [Consulté le : 24 mai 2019].

• File, T. 2013. Computer and Internet Use in the United States. U.S. Census Bureau. Disponible à : https://www.census.gov/prod/2013pubs/p20-569.pdf [Consulté le : 22 mai 2019].

• Friedler, S. et al. 2018. A comparative study of fairness-enhancing interventions in machine learning. Disponible à : https://arxiv.org/pdf/1802.04422.pdf [Consulté le : 24 mai 2019].

• Gettu, T. 2017. End Poverty. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.9-13. Disponible à : https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 21 mai 2019].

• Griffith, R. et al. 2014. Ownership of intellectual property and corporate taxation. Journal of Public Economics 112, pp.12-23.

• Hilbert, M. 2014. Technological information inequality as an incessantly moving target: The redistribution of information and communication capacities between 1986 and 2010. Journal of the Association for Information Science and Technology 65(4), pp.821-835. Disponible à : http://www.martinhilbert.net/TechInfoInequality.pdf [Consulté le : 21 mai 2019].

• Homeless Plus. 2017. HOMELESS PLUS L'explication en 2 minutes [En ligne]. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=kuwHe6BcWsE [Consulté le : 21 mai 2019].

• Home_EU. 2016. Homelessness in Europe [En ligne]. Disponible à : http://www.home-eu.org/homelessness/ [Consulté le : 20 mai 2019].

• Kim, E. 2015. Tech giants are paying a lot less tax than some of the biggest companies in the US [En ligne]. Disponible à : https://www.businessinsider.com/tech-companies-have-lower-effective-tax-rates-than-others-2015-12?r=US&IR=T [Consulté le : 21 mai 2019].

• Lazonick, W. 2013. From Innovation to Financialization: How Shareholder Value is Destroying the U.S. Economy. In: Wolfson, M. et Epstein, G. (eds.) The Handbook of the Political Economy of Financial Crises. Oxford : Oxford University Press, pp.491-511.

• Misuraca, G. et al. 2017. ICT-Enabled Social Innovation to support the Implementation of the Social Investment Package. Mapping and Analysis of ICT-enabled Social Innovation initiatives promoting social investment across the EU: IESI Knowledge Map 2016. Luxembourg. Disponible à : http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC105556/kjna28444enn.pdf [Consulté le : 22 mai 2019].

• ONU (Organisation des Nations Unies). 2016. Pas de pauvreté : pourquoi est-ce important ? [En ligne]. Disponible à : https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Why_it_matters_Goal_1_French.pdf [Consulté le : 16 mai 2019].

• Oxfam. 2019. Services publics ou fortunes privées ? Oxford. Disponible à : https://www.oxfamfrance.org/wp-content/uploads/2019/01/rapport-davos-2019-oxfam-services-publics-ou-fortunes-privees.pdf [Consulté le : 21 mai 2019].

• Piketty, T. 2013. Le capital au XXIe siècle. Paris : Seuil.

• Prichard, M. 2018. What happens now: Connecting refugees to critical information on their phones [En ligne]. Disponible à : https://www.mercycorps.org.uk/videos/jordan-syria/connecting-refugees-information-phones [Consulté le : 22 mai 2019].

• Rifkin, J. 2014. The Zero Marginal Cost Society: The internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism. Londres : Palgrave Macmillan.

• RTS (Radio télévision suisse). 2018. Dans la tête... d'un pauvre [En ligne]. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=CxVWXK7kQJo [Consulté le : 23 mai 2019].

• Ryder, G. 2017. ICTs and SDG 8 on Full and Productive Employment and Decent Work for All. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.54-58. Disponible à : https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 21 mai 2019].

• Schlienger, D. et al. Homeless Plus, l'application qui vient en aide aux sans-abris [En ligne]. Disponible à : https://www.francetvinfo.fr/societe/homeless-plus-l-application-qui-vient-en-aide-aux-sans-abris_1333413.html [Consulté le : 21 mai 2019].

• Scholz, F. et al. 2017. Internet access for disabled people: Understanding socio-relational factors in Europe. Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace 11(1), article 4.

• Sciences et Avenir. 2014. Les «big data», nouvel outil contre les épidémies comme Ebola ? [En ligne]. Disponible à : https://www.sciencesetavenir.fr/sante/les-big-data-nouvel-outil-contre-les-epidemies-comme-ebola_28006 [Consulté le : 22 mai 2019].

• UIT (Union Internationale des Télécommunications). 2019a. Statistics [En ligne]. Disponible à : https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx [Consulté le : 20 mai 2019].

• UIT (Union Internationale des Télécommunications). 2019b. How the Broadband Commission is working to ensure meaningful connectivity for all [En ligne]. Disponible à : https://news.itu.int/meaningful-trusted-connectivity/ [Consulté le : 22 mai 2019].

• Van Deursen, A. et Helsper, E. 2015. The Third-Level Digital Divide: Who Benefits Most from Being Online? Studies in Media and Communications, pp.29-52.

• Villani, C. et al. 2018. Donner un sens à l'intelligence artificielle. Paris : AI for Humanity. Disponible à : https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf [Consulté le : 22 mars 2019].

• Wall, M. 2014. Ebola: Can big data analytics help contain its spread? [En ligne]. BBC news. Disponible à : https://www.bbc.com/news/business-29617831 [Consulté le : 22 mai 2019].

6. FAIM ET AGRICULTURE

© AMISOM Public Information-CC0 1.0

CHAPITRE 6: FAIM ET AGRICULTURE

Pourquoi est-ce important ?

Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), environ une personne sur 9 souffre encore de sous-nutrition dans le monde (FAO 2018a). Elles sont en majorité situées dans les pays du Sud, principalement en Afrique et en Asie. En Europe, même si les problèmes sont moins importants, une partie de la population se dit inquiète de ne pas pouvoir manger à sa faim tout au long de l'année. Ce phénomène est fortement lié à la pauvreté économique (Wilde 2011), qui était de 17,6% dans l'Union européenne en 2016 (Eurostat 2018, p.31). D'un autre côté, le nombre de personnes souffrant de surpoids et d'obésité augmente fortement et de manière continue partout dans le monde (OMS 2019).

La sous-nutrition et la malnutrition - la seconde pouvant impliquer tant la sous-nutrition que le surpoids et l'obésité – nuisent fortement à la santé. Elles peuvent provoquer hypertension, diabète de type II, maladies cardiovasculaires, dépression, cancers et, de manière générale, une santé fragile (Vozoris et al. 2003; OMS 2018). La sous-nutrition chez les enfants provoque aussi des retards de croissance, ralentissant le développement mental et augmentant les risques de maladies dans le futur (OMS 2014).

Alors que les problèmes de faim dans le monde ne sont pas encore réglés, deux défis supplémentaires viendront compliquer la situation à l'avenir. En premier lieu, la population mondiale devrait continuer d'augmenter au cours du siècle (ONU 2017). En second lieu, la dégradation de l'environnement et le changement climatique, augmentant le nombre d'événements climatiques extrêmes comme les sécheresses et les tempêtes, va diminuer la productivité agricole mondiale (FAO 2016; FAO 2018a).

Transformation de l'agriculture

Les technologies numériques dans le domaine agricole sont regroupées sous l'appellation « smart farming ». Elles peuvent prendre de multiples formes dont nous allons donner quelques exemples.

«BoniRob», exemple de robot de terrain autonome développé là par Amazone © Sven Kleinewoerdemann, Amazone GmbH & Co. KG

En France, l'IRSTEA (Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture) a développé un robot qui, équipé de capteurs et d'une caméra, passe entre les rangées de champs de betteraves, détecte les plants malades et les pulvérise *(France 2 2019)*. Ainsi, moins de pesticides sont utilisés par rapport à un épandage traditionnel sur tout le champ, et plus besoin d'humain pour effectuer la tâche d'épandage. La production de betteraves est donc moins chère si on ne prend pas en compte le coût du robot. Finalement, les betteraves pourraient être moins chères pour les consommateurs/trices et davantage respectueuses de la santé et de l'environnement. Ce type de robot agricole futuriste est appelé « agribot ».

Il existe aussi des logiciels* informatiques prenant en compte un grand nombre de facteurs influençant la productivité pour ensuite déterminer, grâce notamment au big data* et à l'intelligence artificielle*, la manière optimale de gérer les cultures et les élevages à chaque instant. Ces logiciels fournissent par exemple des recommandations sur le moment, la quantité et l'emplacement idéal pour semer, pour utiliser de l'eau, des engrais et des pesticides, etc. De tels logiciels existent déjà et peuvent prendre en considération le type de sol, la salinité, la déclivité, les techniques d'irrigation utilisées, les coûts financiers et les conditions climatiques (pluie, température, rayonnement).

Ce type de logiciel permet donc de produire plus à moindre coût, tout en diminuant l'impact de l'agriculture sur l'environnement *(La Première 2018)*. Si le numérique parvient à réduire la dégradation de l'environnement via ce type d'initiative, alors il permettra de réduire la diminution présumée de la productivité agricole. La digitalisation de l'agriculture semble réduire l'impact environnemental du secteur en émettant moins de gaz à effet de serre *(Balafoutis et al., 2017)* et en diminuant les besoins en intrants (produits qui ne sont pas naturellement présents et qui sont rajoutés) *(Busse et al., 2015)*. Il ne faut cependant pas oublier que les objets numériques ont eux-mêmes une empreinte écologique et qu'ils influent sur la consommation mondiale. Ces sujets sont abordés plus en détails dans la partie environnementale.

Il est difficile de chiffrer les avantages réels des technologies du smart farming. Une étude effectuée par l'organisme de recherche spécialisé dans l'innovation Nesta a essayé de calculer la réduction des coûts d'exploitation que pourrait impliquer l'utilisation de cinq technologies numériques sur une ferme anglaise de taille moyenne en activité mixte (culture de blé avec du bétail en pâturage). Le résul-

** Mot ou acronyme défini en fin de document*

tat est une réduction des coûts de 18% *(Norris et Bland 2015)*. Quant aux rendements agricoles, une étude de l'American Farm Bureau, qui a interrogé des agriculteurs/trices américain·e·s, évoque une augmentation de 13% *(Digital Wallonia 2017)*.

Autre exemple, l'application mobile « Nuru » permet de détecter directement via son smartphone la présence de chenilles nuisibles dans les champs de maïs *(FAO 2018c)*. Plusieurs outils numériques de ce type ont été développés par la FAO et sont disponibles gratuitement *(FAO 2018b)*.

En dehors de l'agriculture, l'application mobile « Too good to go » participe à sa manière à la réduction de la faim dans le monde. Elle permet de mettre en relation les consommateurs/trices avec des commerçant·e·s ayant des aliments invendus. Le principe est de payer un petit prix pour recevoir une boîte remplie d'invendus. Une telle initiative peut réduire la quantité d'aliments gaspillés, qui s'élève à 15% au niveau des vendeurs/euses et des consommateurs/trices dans les pays du Nord *(FAO 2019)*.

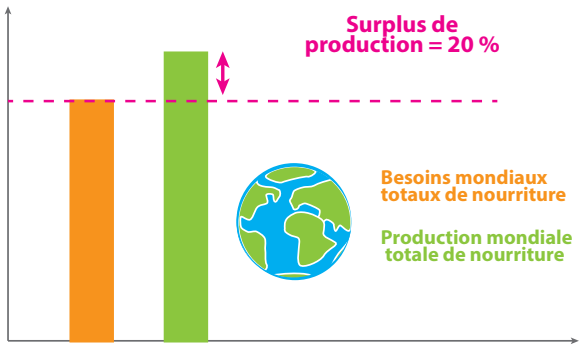
Facilitation de la vente du producteur au consommateur
© Agri.durable - Flirck

Utile pour diminuer la faim dans le monde ?

Les technologies du smart farming servent avant tout à augmenter la productivité agricole. Or, bien que ce soit nécessaire à cause de la hausse de la population mondiale, il ne semble pas que le manque de productivité soit la cause de la sous-nutrition.

Causes profondes :

Tout d'abord, l'humanité produit largement assez pour nourrir tout le monde. En effet, la nourriture disponible pour la consommation mondiale est de 20% supérieure aux besoins de l'humanité *(FAO 2018d)*. Ce chiffre n'a d'ailleurs cessé d'augmenter ces cinquante dernières années, comme l'explique Olivier De Schutter *(2014)*, ancien rapporteur spécial pour le droit à l'alimentation au Conseil des Droits de l'Homme de l'ONU. Cette nourriture excédentaire est soit jetée, soit sert à nourrir certaines personnes de manière excessive, ce qui provoque surpoids et obésité. Il y a donc, premièrement, une mauvaise répartition de la nourriture mondiale.

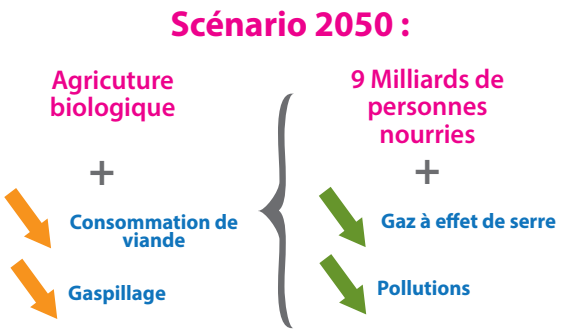


Production actuelle supérieure aux besoins de l'humanité

Données FAO (2018d)

Ensuite, 60% des personnes sous-nourries sont elles-mêmes des producteurs/trices alimentaires *(De Schutter 2009)*. Ces personnes, souvent rurales, n'ont pas les moyens de s'intégrer aux marchés globalisés – car elles sont trop éloignées de ceux-ci ou n'ont pas assez d'argent – et doivent se contenter de leur propre production. Ainsi, une cause de la sous-nutrition est que ces personnes sont laissées de côté par le système agricole mondial qui, par le passé, a avant tout profité aux multinationales agroalimentaires et aux groupes les plus aisés de la société plutôt qu'aux individus les plus vulnérables *(De Schutter 2009; 2014)*.

Une autre raison expliquant le fait que la faim dans le monde est toujours d'actualité est liée à l'élevage de bétail. En effet, ce dernier utilise 69% des terres mondiales disponibles, alors que la nourriture provenant de l'élevage ne représente que 15% des calories mondiales produites et 25% des protéines *(FAO 2012)*. Ainsi, diminuer la consommation de ces produits permettrait de retrouver de l'espace pour d'autres cultures, ce qui augmenterait grandement la production mondiale en utilisant le même espace. Des scénarios permettant de nourrir la population mondiale en 2050 tout en réduisant l'impact environnemental de l'agriculture ont ainsi été envisagés (Muller et al. 2017)



Infographie basée sur le scénario de Muller et al. (2017)

Le problème n'est donc pas le manque de productivité agricole mais plutôt la mauvaise répartition des denrées ainsi que le délaissement des populations les plus pauvres et marginalisées, et surtout les

agriculteurs/trices eux-mêmes. Ce problème a été mis en lumière et théorisé par Amartya Sen *(1981)*, qui a étudié plusieurs famines en Inde au cours du 20e siècle. Il a remarqué que celles-ci n'étaient en général pas dues à un manque de nourriture comparé aux années précédentes, mais à des causes sociales et économiques, comme la chute des salaires ou la hausse des prix des aliments.

Le numérique pour régler ces problèmes ? :

Pour remédier à ces problèmes, Amartya Sen *(1981)* recommande de donner de l'autonomie aux agriculteurs/trices et aux consommateurs/trices. Une manière d'y parvenir est de construire un système de sécurité sociale. Plusieurs études *(FAO 2015 ; Richards et al. 2016)* tendent d'ailleurs à démontrer qu'instaurer un système efficace de sécurité sociale permet, dans la plupart des cas, de diminuer la sous-nutrition. Ces résultats semblent logiques parce qu'en aidant les plus démuni·e·s, ceux/celles-ci auront les moyens de s'acheter de la nourriture ou de la produire.

D'une manière générale, le numérique fournit un panel d'outils utilisables à n'importe quelles fins, par exemple pour améliorer la sécurité sociale, diminuer la pauvreté (cf. Chapitre 5), ou permettre aux petit·e·s agriculteurs/trices de prospérer *(FAO 2018b)*. Cependant, le numérique peut également davantage diminuer l'autonomie des agriculteurs/trices et des consommateurs/trices et délaisser les plus démuni·e·s d'entre eux.

En effet, à titre d'exemple, que pourra faire un agriculteur ou une agricultrice si l'entreprise technologique décide d'augmenter le prix d'abonnement au service numérique ? Comment un·e agriculteur/trice pauvre, ou sans électricité, ou non connecté·e à Internet, ou n'ayant pas la formation suffisante, pourra-t-il/elle concurrencer les prix pratiqués par les grosses exploitations utilisant des agribots et d'autres outils du smart farming ? Que pourra-t-il/elle faire si la maintenance d'un outil digital, comme un agribot, ne peut se faire qu'exclusivement par la société fabricante ? Que pourront faire l'agriculteur/trice et le consommateur/trice si, grâce à ses outils numériques collectant des données, l'entreprise fabricante arrive à calculer à l'avance la production d'une exploitation, et utilise cette information pour ses propres intérêts ?

De tels problèmes de perte d'autonomie se sont déjà produits. Par exemple, la société John Deere demande un contrat d'exclusivité sur la maintenance de ses moissonneuses-batteuses connectées vendues aux États-Unis. De plus, des agriculteurs/trices américain·e·s se sont plaint·e·s que leurs savoir-faire, collectés sous forme de données, avaient été revendus à des concurrent·e·s *(Canal+ 2017)*.

Par conséquent, le numérique peut apporter de bonnes comme de mauvaises choses dans l'agriculture. En réalité, cela dépend de la manière dont il est utilisé. Cependant, à l'heure actuelle, il ne semble pas que l'utilisation majoritaire du numérique dans l'agriculture aille dans le sens recommandé dans ce chapitre. En effet, la plupart des technologies digitales dans l'agriculture – et dans les autres secteurs – sont développées par des entreprises privées. Cherchant avant tout le profit et pas le bien commun, elles n'ont pas intérêt à transférer une partie de leur pouvoir décisionnel vers les producteurs/trices et consommateurs/trices. Par conséquent, si cette situation ne change pas, il est difficile de conclure que les technologies digitales auront un véritable impact positif sur l'éradication de la faim dans le monde.

Pour pallier au manque d'autonomie, des pratiques agricoles liées à l'agroécologie et la permaculture ainsi que plusieurs mouvements comme le Slow Food, la souveraineté alimentaire ou le droit à l'alimentation se sont développés ces dernières décennies. Ceux-ci mettent également en avant le respect de l'environnement et de la santé.

***Le Slow Food** est un mouvement lancé en Italie en 1989 qui encourage une agriculture basée tant sur des méthodes innovantes que sur des savoirs traditionnels pour créer et promouvoir une production alimentaire respectueuse des écosystèmes, bonne pour la santé, savoureuse et juste pour les producteurs/trices. Ce mouvement est présent dans 160 pays et regroupe tant des académicien·ne·s que des cuisiniers/ières, des producteurs/trices ou des artisan·e·s (Slow Food 2019).*

***L'agroécologie** est un ensemble de processus agricoles visant à créer des écosystèmes autosuffisants en combinant différents éléments naturels. Elle est considérée comme extrêmement prometteuse tant au niveau environnemental et social que de celui des rendements agricoles (De Schutter 2011). L'aquaponie est un exemple de processus agroécologique qui combine dans une même exploitation l'élevage de poissons et la culture de plantes. Cette technique, déjà utilisée par les Aztèques, produit un système autosuffisant : en très résumé, l'eau des poissons irrigue les plantes, les bactéries des sols transforment les déjections de poisson en alimentation pour les plantes tandis que les poissons se nourrissent de petites racines ou encore de larves d'insectes. Des capteurs peuvent être utilisés pour maintenir l'équilibre fragile à l'intérieur du système (Southern et King 2017). D'un autre côté, ajouter des technologies numériques n'entrave-t-il pas l'autonomie des agriculteurs/trices, contrairement aux recommandations d'Amartya Sen ?*

En bref !

- **Le numérique a le potentiel d'augmenter la productivité agricole, de diminuer les coûts de production et de réduire l'impact environnemental - bien que l'empreinte écologique de la technologie elle-même doit être comptabilisée et ne doit absolument pas être négligée (cf. Partie II).**
- **Cependant, la faim dans le monde n'est pas le résultat d'un manque de productivité, mais principalement d'une mauvaise répartition des denrées, d'un délaissement des plus démuni·e·s ainsi que des choix de consommation.**

- Pour remédier à la faim dans le monde, il est recommandé de transformer profondément le système agricole mondial, en transférant du pouvoir décisionnel des grosses entreprises agroalimentaires vers les petits agriculteurs/trices et les consommateurs/trices dans le but d'augmenter leur autonomie. Plusieurs mouvements et pratiques agricoles allant dans ce sens se sont développés ces dernières années.
- Le numérique peut augmenter l'autonomie des agriculteurs/trices et consommateurs/trices, mais il ne semble pas être actuellement utilisé majoritairement dans ce but.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 5 "Je me mets à la place de..."

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 5 (U.A. 5.1.), 6 (U.A. 6.4.).

Bibliographie :

• *Canal+. 2017. États-Unis : Les agro-hackeurs - L'Effet Papillon – CANAL+ [En ligne]. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=M8VgwY-VtBPE [Consulté le : 5 mars 2019].*

• *De Schutter, O. 2009. Statement at the Interactive Thematic Dialogue of the U.N. General Assembly on The Global Food Crisis and the Right to Food. New York : Trusteeship Council Chamber.*

• *De Schutter, O. 2011. Agroecology and the Right to Food. Report presented at the 16th Session of the United Nations Human Rights Council [A/HRC/16/49]. New York. Disponible à : http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308_a-hrc-16-49_agroecology_en.pdf [Consulté le : 21 juin 2019].*

• *De Schutter, O. 2014. Investing in Agriculture for Food Sovereignty [En ligne]. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=kwC_4406tno [Consulté le : 6 mars 2019].*

• *Digital Wallonia. 2017. Smart Farming, le numérique est dans le pré [En ligne]. Disponible à : https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/smart-farming [Consulté le : 6 mars 2019].*

• *Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9237449/KS-01-18-656-EN-N.pdf/2b2a096b-3bd6-4939-8ef3-11cfc14b9329 [Consulté le : 21 juin 2019].*

• *FAO. 2012. Livestock and landscapes. Disponible à : http://www.fao.org/3/ar591e/ar591e.pdf [Consulté le : 5 mars 2019].*

• *FAO. 2015. The State of food and agriculture 2015. Rome. Disponible à : http://www.fao.org/3/a-i4910e.pdf [Consulté le : 21 juin 2019].*

• *FAO. 2016. The State of food and agriculture 2016. Rome. Disponible à : http://www.fao.org/3/a-i6030e.pdf [Consulté le : 21 juin 2019].*

• *FAO. 2018a. The State of food security and nutrition in the world 2018. Rome. Disponible à : http://www.fao.org/3/I9553EN/i9553en.pdf [Consulté le : 21 juin 2019].*

• *FAO. 2018b. Tacking poverty and hunger through digital innovation [En ligne]. Disponible à : http://www.fao.org/3/ca1040en/CA1040EN.pdf [Consulté le : 4 mars 2019].*

• *FAO. 2018c. Nuru devient le nouvel allié des agriculteurs africains contre la chenille légionnaire d'automne [En ligne]. Disponible à : http://www.fao.org/news/story/fr/item/1142460/icode/ [Consulté le : 4 mars 2019].*

• *FAO. 2018d. Suite of Food Security Indicators [En ligne]. Disponible à : http://www.fao.org/faostat/en/#data/FS [Consulté le : 5 mars 2019].*

• *FAO. 2019. Key facts on food loss and waste you should know! [En ligne]. Disponible à : http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/ [Consulté le : 4 mars 2019].*

• *France 2. 2019. Agriculture : la science pour réduire les pesticides [En ligne]. Disponible à : https://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/agriculture/agriculture-la-science-pour-reduire-les-pesticides_3208775.html [Consulté le : 28 février 2019].*

• *La Première. 2018. Smart Farming, l'agriculture de demain ? [En ligne]. Disponible à : https://www.rtbf.be/lapremiere/article/detail_smart-farming-l-agriculture-de-demain?id=10019182 [En ligne].*

• *Muller, A. et al. 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. Nature Communications 8(1290). Disponible à : https://www.nature.com/articles/s41467-017-01410-w [Consulté le : 1 juillet 2020].*

• *Norris, J. et Bland, J. 2015. Precision Agriculture: Almost 20% increase in income possible from smart farming [Enligne]. Disponible à : https://www.nesta.org.uk/blog/precision-agriculture-almost-20-increase-in-income-possible-from-smart-farming/ [Consulté le : 4 mars 2019].*

• *ONU, Département des affaires économiques et sociales, division population. 2017. World Population Prospects: The 2017 Revision. New York.*

• *OMS. 2014. Nutrition Landscape Information System (NLiS) [En ligne]. Disponible à : http://apps.who.int/nutrition/landscape/help.aspx?menu=0&helpid=391&lang=EN [Consulté le : 27 février 2019].*

• *OMS. 2018. Healthy diet [En ligne]. Disponible à : https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet [Consulté le : 4 mars 2019].*

• *OMS. 2019. Global Health Observatory (GHO) data [En ligne]. Disponible à : https://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight/en/ [Consulté le : 5 mars 2019].*

• *Richards, C. et al. 2016. Food security in welfare capitalism: Comparing social entitlements to food in Australia and Norway. Journal of Rural Studies 43, pp.61-70.*

• *Sen, A. 1981. Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation. Oxford, New York : Clarendon Press, Oxford University Press.*

• *Slow Food. 2019. About us [En ligne]. Disponible à : https://www.slowfood.com/about-us/ [Consulté le : 21 juin 2019].*

• *Southern, A et King, W. 2017. The Aquaponic Farmer: A Complete Guide to Building and Operating a Commercial Aquaponic System. Canada : New Society Publishers.*

• *Vozoris, N. et al. 2003. Household Food Insufficiency Is Associated with Poorer Health. The Journal of Nutrition 133(1), pp.120-127.*

• *Wilde, P. 2011. Food Security Policy in Developed Countries. Dans : Jason, L. et al. eds. The Oxford Handbook of the Economics of Food Consumption and Policy. Oxford: Oxford University Press, pp.321-343.*

7. SANTÉ ET BIEN-ÊTRE

© Philips Communications-CC BY-NC-ND 2.0

CHAPITRE 7: SANTÉ ET BIEN-ÊTRE

Pourquoi est-ce important ?

Selon la Constitution de l'Organisation mondiale de la santé l'OMS (1946), la santé est « un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (OMS 1946). L'article 25 de la Déclaration universelle des droits de l'homme stipule que « toute personne a droit à un niveau de vie suffisant pour assurer sa santé, son bien-être et ceux de sa famille » (ONU 1948). Des progrès considérables ont été réalisés dans toutes les régions du monde, en atteste la croissance de l'espérance de vie et de l'espérance de vie en bonne santé (Roser 2019). Il reste cependant toujours du travail. Par exemple, 6 millions d'enfants meurent encore chaque année avant leur 5e anniversaire (ONU 2016).*

Les causes de maladie dans le monde sont nombreuses. Nous pouvons citer en vrac la malnutrition, l'obésité, le tabagisme, le manque d'hygiène, la consommation d'alcool, le manque d'activité physique et, plus spécifiquement pour les pays du Nord, le vieillissement de la population (OCDE/Union européenne 2016). À celles-ci se rajoutent des causes environnementales, principalement de pollution de l'air et des eaux, qui seraient à l'origine d'un quart des décès prématurés sur Terre (Programme des Nations unies pour l'environnement 2019).

Les inégalités face aux soins de santé sont encore fortes. Ainsi, l'écart d'espérance de vie entre les pays à hauts et à bas revenus était encore de 17,5 ans en 2016 (Banque Mondiale 2019). Parallèlement, il existe des inégalités à l'intérieur des pays. En Union européenne, les risques d'avoir les besoins de santé non remplis sont 4,5 fois plus élevés pour les personnes à bas revenus que pour les personnes à hauts revenus (Eurostat 2018).

Pour finir, il ne suffit pas d'être en bonne santé pour avoir une vie de qualité, une vie heureuse ou pour atteindre le contentement intérieur. Tendre vers une société avec un haut niveau de bien-être doit aussi être un objectif car il est une condition sine qua non au développement humain, et donc au développement durable (Helliwell et al. 2015). Il est difficile de définir ce qu'est réellement le bien-être. Il existe différentes approches, certaines se basant davantage sur le ressenti des individus – on parle alors de bien-être subjectif – tandis que d'autres se basent sur des caractéristiques qui sont supposées participer au bien-être des individus – on parle alors de bien-être objectif (Université d'Édimbourg 2016).

Santé favorisée dans les régions reculées

Tout d'abord, le numérique permet d'avoir accès à des soins de santé sans être physiquement en contact avec le corps médical. Ceci est particulièrement pertinent quand des spécialistes ne sont pas disponibles, par exemple dans les régions reculées, dans les pays du Sud ou en cas d'urgence ou de catastrophe. Le transport de kits médicaux par drone* en est un exemple *(McCall 2019)*. Le numérique permet également la médecine à distance, par exemple par téléphone ou en vidéoconférence. On parle de télémédecine. Étant donné que 96% de la population mondiale a accès au réseau mobile et 90% à la 3G *(UIT 2018)*, la télémédecine est considérée tant par les universitaires *(Bell et al. 2017)* que par les institutions *(Chan et AIEA 2016)* comme une aide substantielle pour offrir à tou·te·s des soins de santé de qualité. Elle s'est également révélée très utile lors de l'épidémie de Covid-19, notamment pour diminuer les risques de contagion *(Calton 2020)*. Néanmoins, il est bon de se demander s'il est normal que, dans certaines régions, la part de la population ayant accès à un téléphone portable soit plus grande que celle ayant accès à l'eau potable et à l'électricité *(OMS 2017, p.2)*. Les retombées positives que peuvent avoir ces deux ressources sur la santé et le bien-être ne sont-elles pas plus importantes que celles des appareils digitaux ?

Exemple de drone pouvant transporter du matériel médical
© Domaine Public - Pxhere

Transformation de la médecine : cas de l'intelligence artificielle (IA)

Le numérique a des applications dans de nombreux domaines liés à la santé. Parmi elles, les prothèses et les masques fabriqués par imprimante 3D* *(Birrell 2017)*, les robots* assistant les personnes âgées *(Barruyer 2017)*, ou encore les robots utilisés en chirurgie *(Piesing 2014)*. Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur l'arrivée de l'intelligence artificielle* (IA) en médecine.

Les IA, dont le développement est fulgurant ces dernières années, auront notamment un impact dans deux domaines de la médecine : le diagnostic et la prise de décision médicale.

Diagnostic automatisé :

Les systèmes de reconnaissance d'image, de texte ou encore de son sont de plus en plus perfectionnés et peuvent parfois se montrer plus performants que les humains *(He et al. 2015; Wu et al. 2016)*. De tels systèmes peuvent être utilisés pour déterminer si une personne est atteinte, ou non, d'une maladie. Les IA commencent d'ailleurs à obtenir des résultats. En effet, en 2017, une étude scientifique a mis en compétition une IA de Google avec un panel de dermatologues pour déterminer si une tumeur de la peau était un cancer ou, au contraire, sans danger. Il s'est avéré que l'IA a obtenu de meil-

* Mot ou acronyme défini en fin de document

leurs résultats que les dermatologues *(Esteva et al. 2017)*. Cette étude a fait grand bruit car ce fut la première fois qu'il a été possible de montrer de manière très sérieuse que les IA pouvaient être meilleures que des médecins dans leur propre domaine. Des études ont montré des résultats prometteurs obtenus dans d'autres domaines, par exemple pour le diagnostic en radiologie *(Salathé et al. 2018)* et en psychiatrie *(Corcoran et al. 2018)*.

Prise de décision médicale :

Des IA sont aujourd'hui assez performantes pour retirer l'information contenue dans un texte - ce qui peut sembler évident pour un humain, mais beaucoup moins pour une machine. Fortes de cette faculté ainsi que de leurs puissances de calcul et de mémoire, elles sont capables d'emmagasiner bien plus d'informations que n'importe quel humain, et dans n'importe quel domaine. Partant de ce constat, l'entreprise IBM a lancé le programme "Watson Health" basé sur l'IA Watson. Les ingénieur·e·s ont donné en mémoire à cette IA une énorme quantité de ressources liées à la santé – publications scientifiques, études cliniques, notices de médicaments, données de patients en rapport direct ou indirect avec la santé, etc. Watson Health connaît donc, a priori, beaucoup plus d'informations que n'importe quel médecin et peut donc l'aider pour décider du traitement optimal pour chaque patient·e *(Chenavaz et al. 2018)*. Le système n'est en réalité pas encore tout à fait au point *(Strickland 2019)*. De toute manière, dopées notamment par l'arrivée de l'immense quantité de données récoltées sur nos corps par les objets connectés du quantified self *(Béjean et al. 2015)*, les IA devraient parvenir à prouver leur utilité dans ce domaine d'ici quelques années ou décennies. Cette technologie se montrera bénéfique pour la société si elle arrive à surmontrer plusieurs défis et risques majeurs, comme la capacité à préparer des milliards de données de sources diverses, à les stocker, les securiser, etc. Plusieurs de ces risques et défis ainsi que d'autres sont abordés dans la suite de ce chapitre.

Un premier prototype de Watson à Yorktown Heights, NY. Le système informatique cognitif avait à l'origine la taille d'une chambre principale en 2011.
© BY-SA 3.0 - Clockready

***Le « quantified self », ou « mesure de soi »** en français, est l'utilisation dans notre quotidien d'objets connectés pour récolter des données sur notre corps (rythme cardiaque, température, quantité d'oxygène dans le sang), nos activités (nombre de pas, alimentation, durée de sommeil) ou notre humeur (activité cérébrale, expression faciale). Ces entreprises se donnent pour but d'interpréter ces données pour, entre autres, améliorer nos performances physiques, cognitives et émotionnelles ou encore prévenir ou suivre l'évolution de maladies. À l'aide d'une application mobile comme Health Kit d'Apple ou encore Withings, ces données sont transmises à l'utilisateur/trice et généralement interprétées par l'application. L'utilisateur/trice peut bien sûr montrer les données à son médecin (Béjean et al. 2015 ; Wilson 2012). Il reste à vérifier que le quantified self a une réelle utilité pour la santé et le bien-être de l'utilisateur/trice. Les études à ce sujet manquent, mais les premiers résultats semblent montrer un résultat positif – bien que faible – de ces services numériques sur la santé et le bien-être (Stiglbauer et al. 2019). Au-delà de l'apport ou non de ces technologies pour l'utilisateur/trice, il existe également des questions, challenges et risques liés à leur utilisation. Parmi ceux-ci, il est bon de se demander si ces technologies ne poussent pas à la recherche permanente de la performance optimale, amenant des questionnements philosophiques et de santé. Une grande prudence quant à l'apport de cette technologie est donc de mise...*

Une bague et une application qui mesurent des constantes vitales
© Marco Verch-CC-BY 2.0

Potentiels positifs :

Il est clair que l'arrivée de l'IA en médecine pourrait améliorer tant le diagnostic du médecin que la prise de décision sur le traitement à effectuer sur les patients. L'IA a donc le potentiel de sauver un grand nombre de vies. Des personnes, certaines étant haut placées dans le monde du digital, se mettent même à rêver d'améliorer l'humain en lui ajoutant des objets technologiques *(Statt 2017)*, ou à rêver de l'immortalité atteinte grâce à la technologie *(Alexandre 2013; Lecomte 2013)*. Ces personnes font partie du mouvement transhumaniste - le transhumanisme entraînant lui-même son lot de questions et de risques *(de Malherbe 2017)*.

Par ailleurs, ces technologies peuvent a priori être assez accessibles. Le système de reconnaissance d'image de Google pourrait être utilisable directement via son smartphone, et il est possible d'avoir accès à Watson Health via une plateforme sur Internet. Reste à voir le coût associé à leur utilisation.

Risques associés :

- **Vie privée**

Il est avéré qu'une IA est, en général, d'autant plus performante qu'elle a eu accès à quantité de données *(Salathé et al. 2018)*. Ainsi, pour améliorer les IA actives en médecine, celles-ci devraient avoir accès aux plus de données personnelles possibles sur les individus, dont celles sur la santé. Or, toutes ces données sont extrêmement sensibles et personne ne voudrait qu'elles soient utilisées dans un but déplaisant ou qu'elles tombent entre de mauvaises mains, par exemple à cause d'un piratage informatique.

En Europe, le Règlement général sur la protection des données (RGPD), entré en vigueur en 2018, interdit la collecte, la conservation, l'utilisation ou encore la transmission de données à caractère personnel, c'est-à-dire des données qui permettent d'identifier les individus. La recherche fait cependant partie des exceptions à cette règle, et les organismes de recherche publics et privés actifs dans l'IA, dont font partie les grandes entreprises du numérique, peuvent avoir accès à nos données personnelles. Les données utilisées doivent cependant être rendues anonymes. Dans les faits, cela consiste à supprimer les données pouvant permettre d'identifier l'individu. Toutefois, en réalité, il est presque impossible de garantir l'anonymat sans supprimer de la base de données une grande partie des informations *(de Montjoye 2018)*, qui auraient elles-mêmes pu être utiles pour les IA en médecine.

Qui plus est, il est difficile de créer une limite entre donnée personnelle et impersonnelle. Par exemple, le nombre de pas parcourus par jour par un individu n'est pas nécessairement une donnée permettant d'identifier quelqu'un, et ne serait donc pas sujet aux interdictions du RGPD. Cette information pourrait être a priori transmise aux assureurs, qui pourraient alors modifier leurs offres d'assurance en fonction de votre activité physique. Cette pratique est illégale en Union européenne, mais difficile à contrôler. Certaines autres données pas nécessairement considérées comme à caractère personnel pourraient influer sur l'obtention d'un prêt, d'un logement ou d'un emploi *(Villani et al. 2018, pp.148-149)*.

Ainsi, nous voyons apparaître un dilemme. D'un côté, les IA ont besoin de données pour être performantes. D'un autre côté, les risques d'utilisation ou de divulgation de nos données ne peuvent être écartés.

- **Boîte noire**

Il est important de savoir que les meilleures IA, à l'heure actuelle, sont celles dont le fonctionnement interne est le plus compliqué *(Kulma 2017)*. En général, il est impossible, même pour les meilleur·e·s spécialistes, de comprendre comment ces IA ont obtenu leurs résultats. Ces machines sont appelées des « boîtes noires ».

De nombreux problèmes résultent du caractère «boîte noire» des IA, en particulier en médecine. Par exemple, comment faire confiance à la machine si nous ne sommes pas capables de comprendre comment elle est arrivée à ces résultats *(INSERM 2018)* ? Il n'est pas impossible que les résultats obtenus par la machine soient totalement erronés, et que ces erreurs se répercutent sur les patient·e·s. De plus, il ne sera pas non plus possible pour un humain de comprendre pourquoi la machine a réalisé ces erreurs, et il ne pourra donc pas la modifier en conséquence *(Price 2015; Villani et al. 2018)*.

Le caractère «boîte noire» des IA n'est a priori pas une fatalité et des chercheurs s'attellent à la réduction de ce phénomène *(Kulma 2017)*.

- **Accessibilité**

Même si les applications de l'IA en médecine pourraient être physiquement accessibles, comme expliqué plus haut, elles ne seront pas nécessairement accessibles à tou·te·s financièrement. Le philosophe Eric Sadin *(2018, min. 62 à 70)* craint que des grosses entreprises du numérique ne regroupent leurs services de santé en un seul package payant et sous forme d'abonnement. Il est cependant trop tôt pour tirer des conclusions, car ces services numériques pourraient être rendus accessibles s'ils sont remboursés par la sécurité sociale ou les assurances.

- **Place de l'humain**

Médecin et/ou machine ? Un choix de société
© Björn Engqvist-CC BY-NC-ND 2.0

La montée de l'IA en médecine pose la question de la place de l'humain dans la médecine du futur. D'un côté, s'il était prouvé que les machines sont meilleures que les humains dans ce domaine, il serait difficilement défendable de continuer à laisser la main aux médecins. D'un autre côté, ne voudrions-nous pas que l'humain, aussi faillible soit-il, garde la main sur la médecine et la santé *(Villani 2018, p.152)* ? Un réel débat de société s'ouvre. Parmi les autres questions à répondre, quelle sera la liberté de choix du patient et du mécecin ? Qui portera la responsabilité de la prise de décision en cas d'échec ?

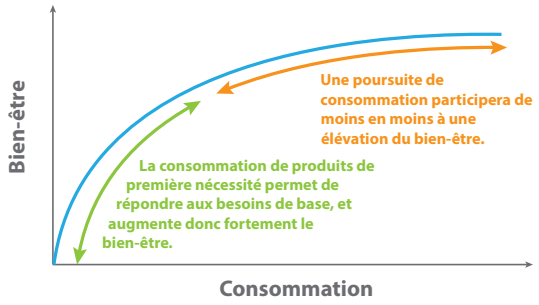
Impact des appareils digitaux du quotidien

Des technologies numériques de toutes sortes sont entrées dans nos vies et ont ainsi un impact sur notre santé et notre bien-être.

- **Des avantages, mais...**

L'utilisation quotidienne du numérique a quelques avantages en matière de santé et de bien-être. Pouvoir communiquer à distance avec ses proches est certainement un de ces plus grands avantages, puisque le contact avec ses proches est un facteur important pour une vie heureuse *(Veenhoven 2012)* et en bonne santé *(House et al. 1988)*. Les réseaux sociaux permettent de rapprocher des personnes ou groupes ayant les mêmes intérêts. Le numérique peut également permettre d'éviter des tâches qui peuvent être considérées comme fatigantes ou peu enthousiasmantes. Il n'est par exemple plus nécessaire de réaliser ses courses puisqu'il suffit de passer commande sur Internet et de se les faire livrer. D'une manière générale, les outils technologiques augmentent le confort de vie.

Toutefois, en y regardant de plus près, il faut remettre en question l'apport réel du digital sur notre vie. Beaucoup d'innovations – numériques ou non – n'apportent en fait pas grand-chose à notre bien-être, et sont en réalité des gadgets. Ces outils et services sont en général mis au point pour satisfaire les besoins économiques des entreprises plutôt que pour réellement améliorer la qualité de vie – cf. Chapitre 4. De plus, dans le prolongement des raisonnements de Tim Jackson *(2017)*, une fois les besoins de base remplis, une augmentation du confort matériel augmente de moins en moins le bien-être.



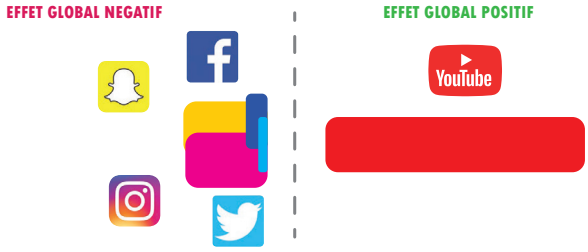
Graphique d'illustration du principe de l'utilité marginale décroissante du bien-être.

Inspiré de l'étude de Tim Jackson «Prospérité sans croissance: fondements de l'économie de demain (2017)»

- **Risques pour la santé et le bien-être**

Même si le numérique apporte quelques bénéfices pour le bien-être, il a également des effets néfastes. Par exemple, puisqu'il facilite la réalisation à distance de nombreuses actions de la vie de tous les jours, il participe à réduire l'activité physique des individus, contribuant ainsi à l'obésité ou encore au diabète. L'utilisation de ces appareils diminue également le temps passé dans la nature, ce qui a pourtant des effets positifs sur la santé mentale et le bien-être *(White et al. 2019; IEEP et FoE Europe 2017)*. Le numérique est également en partie responsable des problèmes environnementaux actuels *(cf. Partie II)* qui, eux-mêmes, provoquent des problèmes de santé. D'une manière générale, les technologies digitales ont tendance à pousser les individus vers davantage de consommation dans la société actuelle *(cf. Chapitre 11 pour plus d'explications)*, elles participent ainsi d'une certaine manière à la construction d'une société de « l'avoir » plutôt qu'à une société basée sur les rapports humains, cette dernière étant pourtant source de bien-être *(Becchetti et al. 2015, pp.141-143; Bartolini 2013; Veenhoven 2012)*. On parle de l'avènement de "l'homo œconomicus", homme économique, qui est centré sur lui-même, assez individualiste voire égoïste.

Regarder des écrans provoque également de la fatigue visuelle, abîme les yeux, provoque du stress, augmente les risques de myopie et réduit le sommeil en perturbant l'horloge interne *(INRS 2017; INSERM 2017; Bihouix et Mauvilly 2016, chapitre 4; Carter et al. 2016; Gujar et al. 2011)*. L'usage du numérique modifie également la manière d'utiliser le cerveau. Ainsi, le développement cérébral des enfants est modifié, pouvant conduire à des cas de démence *(Ryall 2013; Spitzer 2012)*. Dans un autre registre, bien que les technologies digitales promettent une vie plus facile et plus efficace, elles ont tendance à donner l'impression d'une accélération du rythme de vie. Beaucoup se sentent plus pressé·e·s et ont en fait l'impression d'avoir moins de temps que précédemment *(Wajcman 2015)*.



Effets sur la santé et le bien-être relevés en 2017 par la Royal Society for Public Health, association britannique de recherche en santé publique, à travers un sondage auprès de 1 500 jeunes Britanniques âgé·e·s de 14 à 24 ans

Les réseaux sociaux peuvent a priori apporter du bien-être, mais peuvent également être un frein à celui-ci. La Royal Society for Public Health *(2017)*, association britannique de recherche en santé publique, a réalisé un sondage auprès d'un grand nombre de jeunes Britanniques âgé·e·s de 14 à 24 ans, et leur a demandé d'évaluer les effets de 5 réseaux sociaux (Facebook, Snapchat, YouTube, Twitter et Instagram) sur des caractéristiques ayant des effets avérés – positifs comme négatifs – sur la santé et le bien-être. L'étude a mis en évidence que seul YouTube avait un effet global positif sur ces jeunes, tandis que Snapchat et Instagram sont particulièrement néfastes.

Ainsi, ces réseaux sociaux augmenteraient les risques d'anxiété, de dépression, de solitude, diminuent le sommeil, altèrent l'image de soi, provoquent du harcèlement ou encore la crainte d'être mis·e à l'écart. Par

conséquent, certaines études plus générales tendent à montrer le rôle du numérique dans la réduction du bien-être chez les adolescent·e·s *(Twenge et al. 2017)*.

- **Effets des ondes électromagnétiques sur la santé**

Une antenne-relais
© Tony Webster - CC-BY-2.0

L'impact sur la santé des ondes électromagnétiques émises par les téléphones portables, radio, Wi -Fi, 3G et autres, fait l'objet d'une attention toute particulière de la part du grand public et des médias. Pour nous aider à y voir plus clair, il existe une vaste littérature scientifique qui s'est construite depuis environ 4 décennies. Plus de 25.000 articles scientifiques ont été publiés et, comme le souligne l'OMS *(2020)*, les connaissances dans ce domaine sont désormais plus étendues que pour la plupart des produits chimiques.

Concernant les effets à court terme de l'exposition aux ondes électromagnétiques, tels que nausées et maux de tête, aucun résultat n'a pu prouver des effets néfastes. Des études *(OMS 2005; Rubin et al. 2006; Kurzgesagt 2019; Eltiti et al. 2018)* ont par contre montré que les personnes qui se déclarent « hyper-sensibles » aux ondes électromagnétiques ne ressentent en réalité pas leurs symptômes à cause de l'exposition aux ondes, mais pour d'autres raisons. L'OMS *(2005; 2020)* ainsi que d'autres organismes de référence concernant la santé *(Vijayalaxmi et Scarfi 2014)*, semblent assez catégoriques à ce sujet.

Concernant les effets à long terme de l'exposition aux ondes électromagnétiques, certaines études ont conclu qu'elles augmentaient les risques de certains cancers *(Nyberg et Hardell 2017; Ayrapetyan et al. 2015)*. Il semble cependant que ces études soient controversées dans leur méthodologie. Elles ne représentent par ailleurs qu'un faible pourcentage des études sur le sujet qui, elles, déclarent qu'il n'existe pas d'effet significatif *(Kurzgesagt 2019)*. L'OMS *(2005; 2014)* a déclaré à plusieurs reprises qu'il n'existait pas de preuves d'effets à long terme.

De manière générale, étant donné que ces sujets sont étudiés depuis très longtemps et ont conduit à la publication d'une énorme quantité d'articles scientifiques, le fait qu'aucune conclusion solide n'ait encore été atteinte incite à penser que le véritable effet néfaste des ondes électromagnétiques, tant à court qu'à long terme, soient au maximum faibles *(Kurzgesagt 2019)*.

La prudence reste tout de même de mise. Premièrement, même si ce sujet a été extrêmement étudié, il reste encore des zones d'ombres *(OMS 2020; Vijayalaxmi et Scarfi 2014)*. C'est par exemple pour cette raison que l'OMS continue de catégoriser les ondes électromagnétiques comme possiblement cancérigènes. Deuxièmement, les conclusions précédentes s'appliquent dans des cas de figure où l'exposition aux ondes est en-dessous d'un certain niveau défini. Or, il est possible que l'arrivée de la 5G entraîne un dépassement de ce seuil à certains endroits *(Nyberg et Hardell 2017)*.Troisièmement, il est possible que les enfants soient plus sensibles à ces ondes, même si de tels résultats n'ont pas encore été obtenus *(Vijayalaxmi et Scarfi 2014)*. Par ailleurs, des décisions de justice ont été perçues ces dernières années comme prouvant l'existence de problèmes de santé liés aux ondes *(L'Express 2019)*. Cependant, ces jugements ne représentent qu'une minorité de cas parmi quantité d'affaires judiciaires à ce propos *(Le Monde 2019)*, et ils sont par ailleurs très critiqués par de nombreux/ses scientifiques *(Point 2018; Conge 2019)*. Ces jugements ne prouvent d'ailleurs pas l'effet des ondes sur la santé *(Tribunal des affaires de sécurité sociale des Yvelines 2018)*.

Il existe à ce sujet un écart de perception interpellant entre le grand public et la communauté scientifique *(Vijayalaxmi et Scarfi 2014)*, le nombre d'affaires judiciaires à ce sujet montrant que la question est socialement vive.

N'hésitez pas à consulter les références citées dans cette section pour vous faire votre propre opinion.

- **Surutilisation et dépendance**

Dans certains cas, le risque de dépendance est réel.
© Public Domain- CC-0

Tous ces problèmes sont exacerbés par le temps très important passé sur les appareils numériques - environ 4 heures par jour en France *(eMarketer 2016)* et en Italie *(Parsi et Campanella 2017)*, 6 heures aux États-Unis *(eMarketer 2018)*, soit plus de la moitié du temps passé sur un écran chaque jour. Cela s'expliquerait en partie par des phénomènes de dépendance au numérique. Ainsi, l'OMS a reconnu le "trouble du jeu vidéo" comme une maladie *(Pontes et al. 2019)*. De même, une étude néerlandaise a montré que 5% des adolescent·e·s souffrent d'addiction aux réseaux sociaux *(Jenner 2015)* – même si d'autres parlent juste d'utilisation excessive. Le monde académique est encore quelque peu incertain sur la nature addictive des jeux vidéo *(Aarseth et al. 2017)*, mais les doutes sont de moins en moins permis. Les

algorithmes* de suggestions de vidéos ou films, qui incitent les utilisateurs/trices à rester le plus longtemps possible sur des plateformes comme YouTube ou Netflix, ne vont pas dans la bonne direction parce qu'ils conduisent à un visionnage boulimique, aussi appelé « binge-watching » *(ICA 2015)*.

En conclusion, étant donné que le numérique dans son usage quotidien peut aider ou être un frein au bien-être, il convient de réfléchir à comment et en quelle proportion l'utiliser pour en retirer du positif et ainsi l'utiliser de manière optimale. Il ne faut en tout cas certainement pas utiliser ces appareils sans se soucier de leurs impacts sur la santé et le bien-être.

Pour terminer, le numérique peut impacter la santé et le bien-être de nombreuses autres façons. Par exemple, les conditions de travail associées à la fabrication et à la fin de vie des appareils numériques portent atteinte à la santé de nombreuses personnes - cf. Chapitres 1 et 11 pour plus de détails.

En bref !

- Le numérique a le potentiel de rendre les soins de santé plus accessibles, notamment dans les régions reculées.
- Le numérique améliore et va continuer d'améliorer la médecine, notamment grâce à l'intelligence artificielle et ses applications dans le diagnostic et les décisions médicales.
- L'arrivée de l'intelligence artificielle en médecine engendre de nombreux risques.
  - ◊ Premièrement, les IA sont généralement des «boîtes noires» dont il est presque impossible de comprendre comment elles sont parvenues aux résultats obtenus. Il est donc très difficile de leur faire confiance.
  - ◊ Deuxièmement, le risque d'utilisation ou de divulgation de nos données personnelles est réel.
  - ◊ Troisièmement, ces avancées risquent de ne pas être accessibles financièrement à tou·te·s.
  - ◊ Dernièrement, l'humain pourrait «perdre la main» dans le domaine de la médecine, au profit des machines.
- Les services quotidiens offerts par les appareils digitaux augmentent souvent le confort mais pas nécessairement le bien-être.
- Les appareils numériques et leurs applications, notamment les réseaux sociaux, peuvent amener des problèmes de santé et de mal-être.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 2 "Plaisir, bien-être, bonheur ?"
- Activité 4 "Le débat philo !"
- Activité 5 "Je me mets à la place de..."

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 3 (U.A. 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5., 3.6.), 5 (U.A. 5.1.), 6 (U.A. 6.4.).

Bibliographie :

- *Aarseth, E. et al. 2017. Scholars' open debate paper on the World Health Organization ICD-11 Gaming Disorder proposal. Journal of Behavioral Addictions 6(3), pp.1-4.*
- *Alexandre, L. 2013. Google et les transhumanistes [En ligne].*
- *Ayrapetyan, S. 2015. International EMF Scientist Appeal [En ligne]. Barruyer, C. 2017. Les robots, quelle aventure pour les malades [En ligne].*
- *Bartolini, S. 2013. Le manifeste du bonheur, comment passer d'une société de l'avoir à une société du bien être. Paris : Les Liens qui Libèrent.*
- *Banque Mondiale. 2019. Life expectancy at birth, total (years) [En ligne].*
- *Becchetti, L. et al. 2015. Human values, civil economy, and subjective well-being. Dans : Helliwell, J. et al. Eds. World happiness report 2015. New York : Sustainable Development Solutions Network, pp.132-151.*
- *Béjean, M. et al. 2015. Petit guide d'exploration au pays de la santé numérique [En ligne].*
- *Bell, D. et al. 2017. Dynamic Clinical Algorithms: Digital Technology Can Transform Health Care Decision-Making. The American journal of tropical medicine and hygiene 98(1).*
- *Bihouix, P. et Mauvilly, K. 2016. Le désastre de l'école numérique : plaidoyer pour une école sans écrans. Paris : Seuil.*
- *Birrell, I. 2017. 3d-printed prosthetic limbs: the next revolution in medicine [En ligne].*
- *Calton, B. et al. 2020. Telemedicine in the Time of Coronavirus. Journal of Pain and Symptom Management 60(1), pp. e12-e14.*
- *Carter, B. et al. 2016. Association between portable screen-based media device access or use and sleep outcomes. JAMA Pediatrics 170.*
- *Chan, M. et AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique). 2017. Good Health & Wellbeing. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.23-31.*
- *Chenavaz, R. et al. 2018. Etude de cas : le pari d'IBM Watson dans la santé [En ligne].*
- *Corcoran, C. et al. 2018. Prediction of psychosis across protocols and risk cohorts using automated language analysis. World Psychiatry 17(1), pp. 67-75.*
- *De Malherbe, B. 2017. Frankenstein et le transhumanisme [En ligne]. The Conversation. Disponible à : http://theconversation.com/frankenstein-et-le-transhumanisme-71200 [Consulté le : 30 janvier 2020].*
- *De Montjoie, Y. 2018. Is your data private? Using data while protecting privacy with Yves-Alexandre de Montjoye [En ligne].*
- *eMarketer. 2016. Media Time Will Tilt Digital in France in 2017 [En ligne].*
- *eMarketer. 2018. US Time Spent with Media 2018 [En ligne].*
- *Esteva, A. et al. 2017. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature 542, pp.115-118.*
- *Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg.*
- *Gujar, N. et al. 2011. Sleep deprivation amplifies reactivity of brain reward networks, biaising the appraisal of positive emotional experiences. Journal of Neuroscience 31(12).*
- *He, K. et al. 2015. Delving Deep into Rectifiers: Surpassing Human-Level Performance on ImageNet Classification. IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), pp.1026-1034.*
- *House, J. et al. Social relationships and health. Science 241(4865), pp.540-545.*
- *ICA (International Communication Association). Feelings of loneliness and depression linked to binge-watching television [En ligne].*
- *IEEP (Institue for European Environmental Policy) et FoE (Friends of the Earth) Europe. 2017. Nature for health and equity. Bruxelles.*
- *INRS (Institut national de recherche et de sécurité). 2017. Dossier : Travail sur écran [En ligne].*
- *INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale). 2017. Sleep: Shedding light on our nocturnal activity [En ligne].*
- *INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale). 2018. Intelligence artificielle et santé : Des algorithmes au service de la médecine [En ligne]. .*

• *Jackson, T. 2017. Prosperity Without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow. 2e ed. Londres : Routledge.*

• *Jenner, F. 2015. At least 5 % of young people suffer symptoms of social media addiction [En ligne].*

• *Kulma, K. 2017. Interpretable Machine Learning Using LIME Framework [en ligne].*

• *Lecomte, E. 2013. Avec Calico, Google s'attaque à l'immortalité [En ligne].*

• *McCall, B. 2019. Sub-Saharan Africa leads the way in medical drones. The Lancet 393(10166), pp.17-18.*

• *Nyberg, R. et Hardell, L. 2017. Scientists warn of potential serious health effects of 5G [En ligne].*

• *OCDE/UE. 2016. Health at a Glance: Europe 2016 — State of Health in the EU Cycle. Paris.*

• *OMS. 1946. Constitution [En ligne].*

• *OMS. 2005. Electromagnetic fields and public health [En ligne].*

• *OMS. 2014. Electromagnetic fields and public health: mobile phones [En ligne].*

• *OMS. 2017. mHealth : Use of appropriate digital technologies for public health : Report by the Director-General. Genève.*

• *ONU. 1948. Déclaration Universelle des Droits de l'Homme. Paris.*

• *ONU. 2016. Bonne santé et bien-être : pourquoi est-ce important ? [En ligne].*

• *Parsi, M. et Campanella, M. 2017. Generazione H. Comprendere e riconnettersi con gli adolescenti sperduti nel web tra Blue whale, Hikikomori e sexting. Milan : Piemme.*

• *Piesing, M. 2014. Medical robotics: would you trust a robot with a scalpel? [En ligne].*

• *Pontes, H. et al. 2019. Measurement and Conceptualization of Gaming Disorder According to the World Health Organization Framework: the Development of the Gaming Disorder Test. International Journal of Mental Health and Addiction. [En ligne]*

• *Price, N. 2015. Black-Box Medicine. Harvard Journal of Law & Technology 28(2).*

• *Programme des Nations unies pour l'environnement. 2019. Summary for Policymakers: Sixth Global Environment Outlook. Nairobi.*

• *Roser, M. 2019. Life expectancy [En ligne]. Our World in Data.*

• *Royal Society for Public Health. 2017. #StatusOfMind. Social media and young people's mental health and wellbeing [En ligne].*

• *Rubin, J. et al. 2006. Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study. BMJ 332(886).*

• *Ryall, J. 2013. Surge in 'digital dementia' [En ligne].*

• *Sadin, E. 2018. Éric Sadin : l'asservissement par l'Intelligence Artificielle ? [EN DIRECT] [En ligne].*

• *Salathé, M. et al. 2018. Focus Group on Artificial Intelligence for Health. Genève : ITU.*

• *Statt, N. 2017. Elon Musk launches Neuralink, a venture to merge the human brain with AI [En ligne].*

• *Stiglbauer, B. et al. 2019. Does your health really benefit from using a self-tracking device? Evidence from a longitudinal randomized control trial. Computers in Human Behavior 94, pp.131-139.*

• *Strickland, E. 2019. How IBM Watson Overpromised and Underdelivered on AI Health Care [En ligne]. IEEE Spectrum.*

• *UIT. 2018. New ITU statistics show more than half the world is now using the Internet [En ligne].*

• *Université d'Édimbourg. 2016. The distinction between objective and subjective wellbeing [En ligne].*

• *Veenhoven, R. 2012. Does happiness differ across cultures? Dans : Selin, H. and Davey, G. eds. Happiness Across Cultures: Views of Happiness and Quality of Life in Non-Western Cultures. Dordrecht : Springer, pp.451-472.*

• *Villani, C. et al. 2018. Focus 2 – La santé à l'heure de l'IA. Dans : Donner un sens à l'intelligence artificielle. Paris : AI for Humanity.*

• *Wajcman, J. 2015. Pressed for Time. The Acceleration of life in digital capitalism. Chicago.*

• *Wilson, H. 2012. You, By the Numbers. Harvard Business Review.*

• *White, M. et al. 2019. Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. Scientific Reports 9(7730).*

• *Helliwell, J. et al. 2015. World happiness report 2015. New York : Sustainable Development Solutions Network.*

• *World Happiness Report. 2019. FAQ [En ligne]. .*

• *Wu, Y. et al. 2016. Google's neural machine translation system: Bridging the gap between human and machine translation. arXiv:1609.08144.*

8. ÉGALITÉ ENTRE LES SEXES

© Robert Scoble - CC BY 2.0

CHAPITRE 8: ÉGALITÉ ENTRE LES SEXES

Pourquoi est-ce important ?

L'égalité des sexes est avant tout un droit fondamental. Toutes les discriminations et violences envers les femmes et les filles sont à proscrire. Réduire les inégalités entre les sexes signifie construire une société plus pacifique, moins inégalitaire, plus prospère et plus saine (ONU 2016).

Des progrès ont été réalisés ces dernières années. L'accès à l'enseignement des filles ne cesse d'augmenter à travers le monde et certains types de violences faites aux femmes sont en diminution (ONU 2016). Il reste néanmoins énormément de problèmes. Par exemple, selon l'ONU (2016), seulement 52% des femmes mariées ou vivant en concubinage prennent librement leurs décisions concernant les rapports sexuels, l'utilisation de contraception et les soins de santé. Plus de 200 millions de filles et femmes encore vivantes ont subi une forme de mutilation ou ablation génitale (OMS 2018). L'accès à la contraception et à l'avortement est en recul dans certains pays du Nord ou, à tout le moins, remis en question (Le Monde 2019; François 2017). En Union européenne, une femme gagnait encore 16,2% de moins qu'un homme par heure travaillée en 2017. De plus, en comparaison aux hommes, les femmes sont encore bien davantage contraintes à diminuer leur temps de travail pour s'occuper des enfants et du ménage (Eurostat 2018, pp.103-104).*

De l'espoir pour l'émancipation des femmes

Beaucoup d'espoirs sont placés dans le numérique pour réduire les inégalités entre les sexes. L'ONU *(2015, p.20)* considère d'ailleurs que le numérique est un facteur crucial pour l'émancipation des femmes.

Le numérique peut notamment aider à assurer une éducation de qualité aux groupes marginalisés (cf. Chapitre 1), et donc aux femmes. De plus, comme l'explique Phumzile Mlambo-Ngcuka *(2017)*, directrice exécutive d'ONU Femmes, le nombre d'emplois liés au numérique ne va cesser de croître dans les années et décennies à venir et, si les femmes y sont formées, elles auraient accès à ces métiers souvent bien rémunérés et donc émancipateurs.

Une manifestation suite au mouvement #MeToo - Mars 2019
© Lynn Friedman-CC BY-NC-ND 2.0

Par ailleurs, Internet et les réseaux sociaux fournissent un espace d'expression aux activistes et aux groupes marginalisés, dont font partie les femmes. Des campagnes d'ampleur peuvent être lancées sur Internet et changer les comportements. Un mouvement aussi large que #MeToo, aussi appelé #BalanceTonPorc en France, dénonçant le harcèlement et les violences sexuelles faites aux femmes, n'aurait sans doute pas émergé sans les supports digitaux *(Heimans 2019; Jouët et al. 2017)*.

Le digital ne règle pas les problèmes de fond

Néanmoins, en y regardant de plus près, les mêmes inégalités et discriminations sont présentes dans les sphères liées au numérique que dans le reste de la société.

Tout d'abord, les femmes sont majoritaires dans le secteur de la confection d'objets électroniques. Dans ces usines, elles sont souvent soumises à des conditions de travail déplorables et sont exposées à des produits toxiques très dangereux pour la santé *(Van der Velden 2019)* (cf. Chapitre 1).

Usine de fabrication d'appareils numériques employant majoritairement des femmes
© Robert Scoble - CC BY 2.0

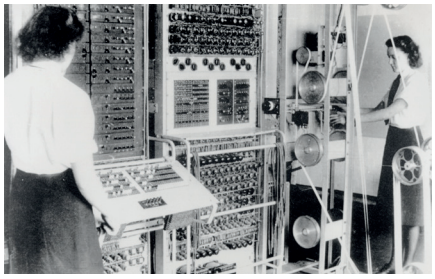
Ensuite, les femmes subissent entre autres des insultes et du harcèlement sur Internet et sur les réseaux sociaux *(Pinto 2017)*. Les univers des jeux vidéo et de la pornographie sont également extrêmement sexistes et donnent souvent une image dégradante des femmes *(Lignon 2015; Sarkeesian 2012; Poulain et al. 2019)*.

Enfin, les femmes ont moins accès au potentiel offert par le numérique que les hommes. Premièrement, les femmes dans le monde sont environ 12% de moins sur le web *(Mlambo-Ngcuka 2017)* et elles ont 14% de probabilité en moins de posséder un téléphone portable *(Bolkova et Lake 2017)*. Deuxièmement, d'après les estimations actuelles, les femmes seront davantage affectées par les pertes d'emploi dues à la digitalisation. Ainsi, aux États-Unis, pour 7 hommes ayant un emploi à risque très élevé de dis-

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

paraître dans le futur, 10 femmes sont dans la même situation *(Hegewisch et al. 2019)*. Dernièrement, les femmes sont largement minoritaires dans le secteur des technologies numériques. En effet, elles ne représentent qu'environ 20% de l'ensemble des travailleurs/euses de ce secteur, et encore moins aux postes à hautes valorisations *(André et Bona 2018; Sax et al 2017)*. Une des raisons principales est la présence de stéréotypes de genre. Ceux-ci poussent inconsciemment la société et les femmes à penser que ces métiers sont davantage destinés aux hommes *(Mlambo-Ngcuka 2017; Bian et al. 2017)*.

Bien que leur travail n'ait pas toujours été reconnu, certaines femmes ont été pionnières et se sont illustrées dans le domaine du numérique.



Un ordinateur à code révolutionnaire Colossus Mark 2 exploité par Dorothy Du Boisson (à gauche) et Elsie Booker (à droite), 1943. Cet ordinateur a eu un rôle déterminant pendant la seconde guerre mondiale.
© Domaine Publique - CC0

En conclusion, il est difficile de considérer que le numérique en lui-même a réellement le potentiel d'émanciper les femmes et les filles. Il semble que le meilleur moyen de diminuer les inégalités soit de modifier les manières de penser et les comportements - ces modifications pouvant évidemment passer par les réseaux numériques.

En bref !

- Les technologies digitales sont vues par certain·e·s comme des vecteurs d'émancipation des femmes et peuvent aider à changer les comportements.
- Cependant, le numérique semble refléter, et même parfois accentuer, les stéréotypes.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 4 "Le débat philo !"
- Activité 5 "Je me mets à la place de..."

Approfondir encore ses connaissances: l'éducateur/trice peut se référer aux modules de formation correspondants à chaque parcours indiqué ci-dessus.

Bibliographie :

- *André, C. et Bona, M. 2018. The ICT sector is booming. But are women missing out? [En ligne]. European Data Journalism Network. Disponible à : https://www.europeandatajournalism.eu/eng/News/Data-news/The-ICT-sector-is-booming.-But-are-women-missing-out [Consulté le : 2 mai 2019].*
- *Bian, L. et al. 2017. Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. Science 355(6323), pp.389-391.*
- *Bolkova, I. et Lake, A. 2017. Quality education. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : Union International des Télécommunications, pp.32-39. Disponible à : https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 2 mai 2019].*
- *Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9237449/KS-01-18-656-EN-N.pdf/2b2a096b-3bd6-4939-8ef3-11cfc14b9329 [Consulté le : 30 avril 2019].*
- *François, J. 2017. Avortement, le conseil de l'Europe s'inquiète d'un recul des droits des femmes [En ligne]. Disponible à : https://www.la-croix.com/Sciences-et-ethique/Ethique/Avortement-conseil-lEurope-sinquiete-dun-recul-droits-femmes-2017-12-05-1200897200 [Consulté le : 19 juin 2019].*
- *Hegewisch, A. et al. 2019. Women, Automation, and the Future of Work [En ligne]. Institute for Women's Policy Research. Disponible à : https://iwpr.org/publications/women-automation-future-work-exec-summary/ [Consulté le : 2 mai 2019].*
- *Heimans, J. 2019. Jeremy Heimans: How Can We Harness Technology To Fuel Social Change? [En ligne]. National Public Radio. Disponible à : https://www.npr.org/2019/04/12/711195968/jeremy-heimans-how-can-we-harness-technology-to-fuel-social-change?t=1556786728772 [Consulté le : 2 mai 2019].*
- *Jouët, J. et al. 2017. Faire des vagues : Les mobilisations féministes en ligne. Réseaux 201(1), pp.21-57. Disponible à : https://www.cairn.info/revue-reseaux-2017-1-page-21.htm?contenu=article [Consulté le : 2 mai 2019].*
- *Lignon, F. 2015. Genre et jeux vidéo. Toulouse : Presses universitaires du Midi.*
- *Le Monde. 2019. Avortement : le danger du recul américain [En ligne]. Disponible à : https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/05/21/avortement-le-danger-du-recul-americain_5464908_3232.html [Consulté le : 19 juin 2019].*
- *Mlambo-Ngcuka, P. 2017. Reshaping the future: Women, Girls, ICTs and the SDGs. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp. 40-44. Disponible à : https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 2 mai 2019].*
- *OMS. 2018. Mutilations sexuelles féminines [En ligne]. Disponible à : https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/female-genital-mutilation [Consulté le : 28 mai 2019].*
- *ONU. 2015. Transformer notre monde : le Programme de développement durable à l'horizon 2030. New York : Assemblé Générale. Disponible à : https://undocs.org/fr/A/RES/70/1 [Consulté le : 2 mai 2019].*
- *ONU. 2016. Égalité des sexes : pourquoi est-ce important ? [En ligne]. Disponible à : https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Why_it_matters_Goal_5_French.pdf [Consulté le : 30 avril 2019].*
- *Pinto, S. 2017. What is online violence and abuse against women? [En ligne]. Disponible à : https://www.amnesty.org/en/latest/campaigns/2017/11/what-is-online-violence-and-abuse-against-women/ [consulté le : 2 mai 2019].*
- *Poulain, H. et al. 2019. Datagaule et clitodonnées : le plaisir à la chaîne - #DATAGUEULE 85 [En ligne]. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=CowmAzQo2IE [Consulté le : 19 juin 2019].*
- *Sarkeesian, A. 2012. Anita Sarkeesian at TEDxWomen 2012 [En ligne]. TEDx Talks. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=GZAxws-g9J9Q [Consulté le : 2 mai 2019].*
- *Sax, L. et al. 2017. Anatomy of an Enduring Gender Gap: The Evolution of Women's Participation in Computer Science. The Journal of Higher Education 88(2), pp.258–293.*
- *Van der Velden, M. 2019. March 8 – Women's Health, Decent Work and the Electronics Industry [En ligne]. SMART (Sustainable Market Actors for Responsible Trade). Disponible à : https://www.smart.uio.no/blog/march-8-women%E2%80%99s-health-decent-work-and-the-elect.html [Consulté le : 2 mai 2019].*

9. PAIX, JUSTICE ET DÉMOCRATIE

© CC0 Domaine public

CHAPITRE 9: PAIX, JUSTICE ET DÉMOCRATIE

Pourquoi est-ce important ?

La paix, la justice et la démocratie sont des conditions sine qua non au développement durable (Fedotov et Gettu 2017). En effet, les guerres, les trafics, la corruption et toutes autres formes de violence et d'injustice sont associées à des régressions économiques, sociétales et environnementales. De plus, comme l'explique l'ONU (2017), « tous les citoyens du monde ont le droit de vivre libérés de la crainte d'une quelconque forme de violence et de se sentir en sécurité ».

Des progrès significatifs ont été effectués depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale en ce qui concerne le nombre de décès lors de conflits (Roser 2019). De même, le nombre d'homicides est globalement en baisse dans l'Union européenne (Eurostat 2018, p.299). Cependant, la situation semble instable ces dernières années. Le nombre de conflits n'avait plus été aussi élevé depuis 25 ans, le nombre de décès lors de conflits a atteint son pic sur les 25 dernières années en 2015, et l'Agence des Nations Unies pour les réfugiés (2017; 2018) n'avait jamais enregistré autant de personnes forcées à migrer. De plus, la montée de personnalités autoritaires au sein de nations influentes en Europe et dans le monde met à mal la liberté de presse (Reporters sans frontières 2018) et la justice, comme par exemple en Turquie (Renard 2017).

De plus, 123 pays sur les 180 évalués par Transparency International (2018) sont considérés comme ayant des problèmes majeurs de corruption. L'Union européenne n'échappe pas au manque de transparence, notamment en matière de lobbying au sein des institutions (Mulcahy 2016).

Il faut ajouter à ces problèmes le fait que 1,5 milliard de personnes n'ont aucun moyen d'être identifiées de la part d'un État (Fedotov et Gettu 2017). Ces personnes peuvent dès lors se voir refuser l'accès à des services de base comme la justice, l'éducation ou le droit de vote. Elles sont aussi exposées au trafic d'êtres humains (Fedotov et Gettu 2017).

La digitalisation peut apporter de réelles plus-values mais amène aussi son lot de dangers.

Impact du numérique sur la justice et la démocratie

Apports :

Les technologies numériques peuvent rendre les institutions plus efficaces, plus transparentes, plus participatives ou encore plus inclusives *(Fedotov et Gettu 2017, pp. 129-130)*. L'exemple de la mairie de Barcelone est significatif. Par le biais de la plateforme Decidim Barcelona, les citoyen·ne·s peuvent proposer des idées pour la ville et en débattre. Ainsi, 70% de l'agenda politique de la ville a été décidé par 40.000 Barcelonais·e·s *(Bria 2018, de 39:05 à 42:45; Decidim Barcelona 2019)*.

Présentation de la plateforme Decidim Barcelona
© Ajuntament Barcelona-CC BY-ND 2.0 - Flirck

La blockchain* est une technologie ayant le potentiel de limiter drastiquement la corruption sous toutes ses formes. De fait, elle permet le stockage et la transmission d'informations de façon sécurisée sans que celles-ci ne doivent être certifiées par un organisme de contrôle. Par exemple, pour prouver que vous êtes bien propriétaire de votre maison, plus besoin d'avoir une certification de l'État, la blockchain vous fournit cette preuve directement, et celle-ci est quasiment infalsifiable *(Balva 2017; Maitre 2017)*. Ainsi, plus aucun contrat, plus aucune information, ne pourrait plus être manipulée même si l'organisme de contrôle était corrompu. Les possibilités d'applications sont illimitées, plusieurs exemples sont mentionnés dans Chapron *(2017)*. Toutefois, cette technologie ne va pas totalement supprimer la corruption et comporte plusieurs problèmes *(Balva 2017, de 9:10 à 13:02)*. Le principal parmi eux est l'énorme consommation d'énergie nécessaire, rendant la blockchain néfaste pour l'environnement *(Digiconomist 2019)*, surtout si son utilisation se généralisait (cf. Chapitre 10 et 11).

Internet permet de dénoncer des injustices ou des violences plus facilement que précédemment. À titre d'illustration, Malala Yousafzai, prix Nobel de la paix en 2014, a pu raconter les violences perpétrées par les Talibans dans sa région du Pakistan au travers du blog BBC Urdu *(BBC 2009; BBC 2017)*. Dans un autre registre, le site Internet WikiLeaks permet de publier de manière anonyme des documents confidentiels à propos de violences, d'espionnage, de corruption ou encore d'évasion fiscale *(WikiLeaks 2017)*. Il est donc un espace sûr pour les lanceurs d'alerte.

Dangers :

Les fake news sur Internet ont, ces dernières années, influé sur les résultats d'élections. Ainsi, au cours du référendum sur la sortie du Royaume-Uni de l'Union européenne, a circulé l'information selon

** Mot ou acronyme défini en fin de document*

laquelle le Royaume-Uni versait chaque semaine 350 millions de livres sterling à l'Union Européenne. Cette information est fausse *(Reuben 2016; Simon 2016)* mais est quand même apparue massivement sur les réseaux sociaux et comme annonce publicitaire sur Internet lors de la campagne. Trois ans plus tard, la moitié des Britanniques croient encore cette fausse information *(C à vous 2019)*. Ainsi, bien qu'il soit impossible de déterminer si le Brexit aurait eu lieu sans cette fake news, nous comprenons tout l'impact qu'elle a pu avoir.

Photomontage d'illustration du contrôle de masse en Chine.
© CC0 - Domaine Public - Montage CND

Le numérique peut aussi être utilisé pour la surveillance de masse dans le but de mieux contrôler le peuple ou certaines minorités. En Chine, le peuple Ouïghour, qui est turcophone et mulsuman, est constamment surveillé par l'État, notamment via la reconnaissance faciale *(Seibt 2017)*. De plus, le parti communiste chinois est en train de réfléchir à la mise en place d'un système global de crédit social servant à définir les « bons » et les « mauvais » citoyens *(Suquian 2019)* (voir BOX). Il existe également des projets d'identification par reconnaissance faciale en Europe, en France notamment *(Saviana 2019)*. De manière générale, il existe de nombreux risques de restriction de liberté ainsi que des problèmes liés au respect de la vie privée *(Cadwalladr et Graham-Harrison 2018)*.

> ***Le système de crédit social chinois*** *a pour but d'évaluer les actions de chaque citoyen. Les bonnes actions sont récompensées par des points ajoutés à votre total, tandis que les mauvaises vous en retireront. Par exemple, ne pas payer ses factures à temps ou propager des fake news sont des mauvaises actions menant à une baisse de son total de points (Ma 2018). Avoir trop peu de points au compteur peut vous empêcher, notamment, d'avoir accès à certains services. Ainsi, bien que le projet soit encore en phase de test, des millions de personnes se sont déjà vues refuser des billets d'avion ou de pouvoir inscrire leurs enfants dans les meilleures écoles (Ma 2018). Ce système rappelle d'une certaine manière l'épisode Nosedive de la série dystopique Black Mirror (Schur et Jones 2016).*

Enfin, les nouvelles technologies numériques vont certainement provoquer des modifications en profondeur dans le domaine du droit et de la justice. Par exemple, des algorithmes* pourraient être utilisés pour écrire des textes de loi, ou pour recommander le nombre d'années de détention d'un prisonnier. De telles utilisations des algorithmes commencent à arriver, et soulèvent de nombreuses questions *(Garapon et Lassègue 2018; Piana 2018)* – cf. Chapitre 5 pour un exemple.

Impact du numérique sur la paix et les violences

Apport :

Selon des recherches basées sur un large échantillon d'individus provenant de 57 pays à travers le monde étudiés entre 2004 et 2008, il semble que l'usage d'Internet ait mené à davantage d'ouverture d'esprit et de tolérance dans l'immense majorité des pays étudiés. L'explication serait qu'Internet permet aux individus d'avoir accès à des masses d'informations très diverses et de communiquer avec des personnes de tous bords *(Weyand 2014 , pp.114-150)*. Il se pourrait toutefois que la situation ait changé ces dernières années à cause des réseaux sociaux et des algorithmes de recommandation qui enferment les individus dans leur propre bulle de pensée *(Pariser 2011)*.

Dangers :

Le numérique permet à des violences sous différentes formes d'être perpétrées.

En premier lieu, la fabrication des technologies digitales se déroule généralement dans des conditions de travail déplorables et sert parfois à enrichir des dictatures, des groupes criminels et même à financer des guerres (cf. Chapitre 3).

Soldats congolais en 2001, lors de la deuxième guerre du Congo, conflit dont le déclencheur (entre autres) fut l'exploitation et le contrôle des gisements de coltan.
© CC0 - Domaine public - Frank Wolf

En deuxième lieu, il semble qu'Internet et les réseaux sociaux donnent lieu à des actions violentes ou criminelles, notamment le cyberharcèlement *(Generazioni connesse 2019a)* et la pédopornographie *(Generazioni connesse 2019b)*. Ils permettent un déferlement de violence de la part de personnes cachées derrière leurs écrans. Ils permettent également à des groupes d'acheter des armes, d'organiser des actions criminelles ou des attentats *(Bartlett 2014)*. Ces activités sont généralement organisées sur le darknet*, qui est un ensemble de réseaux au sein d'Internet qui permet à chaque utilisateur/rice d'être

anonyme *(Stamboliyska 2017)*.

Enfin, si rien n'est fait pour l'empêcher, il sera certainement possible d'ici quelques années de construire des armes léthales autonomes, c'est-à-dire des machines capables de tuer sans être contrôlées par des humains. Ces armes poseront d'énormes risques pour la paix mondiale *(FLI 2019)* et ont poussé le célèbre physicien Stephen Hawking à déclarer que l'IA* pouvait mener à la fin de l'humanité *(Cellan-Jones 2014)*.

En bref !

- Le numérique a le potentiel d'apporter des avancées pour la paix, la justice et la démocratie. Il peut toutefois également être extrêmement néfaste. Il convient donc de réfléchir et d'agir, tant individuellement que collectivement, pour qu'il soit utilisé dans le but d'atteindre la paix, la justice et la démocratie.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 4 "Le débat philo !"
- Activité 5 "Je me mets à la place de..."

Parcours 6 : Un futur avec ou sans numérique ?

- Activité 1 "Des futurs contradictoires ?"

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 1 (1.5.), 5 (U.A. 5.1.), 6 (6.1., 6.2., 6.3.).

Bibliographie :

• *Balva, C. 2017. La Blockchain: réinventer les rapports de confiance [En ligne]. Lyon : TEDx. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=JID9c-MABis [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Bartlett, J. 2014. The Dark Net. Londres : William Heinemann.*

• *BBC. 2009. Diary of a Pakistani schoolgirl [En ligne]. Disponible à : http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/7834402.stm [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *BBC. 2017. Profile: Malala Yousafzai [En ligne]. Disponible à : https://www.bbc.com/news/world-asia-23241937 [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Bria, F. 2018. Dans : Poulain, H. et al. eds. 2018. Démocratie(s) ? [En ligne]. Data Gueule. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=RAvW7LIML60 [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Cadwalladr, C. et Graham-Harrison, R. 2018. Revealed: 50 million Facebook profiles harvested for Cambridge Analytica in major data breach [En ligne]. The Guardian. Disponible à : https://www.theguardian.com/news/2018/mar/17/cambridge-analytica-facebook-influence-us-election [Consulté le : 30 janvier 2020].*

• *C à vous. 2019. Fake news, la fabrique du mensonge [En ligne]. France 5. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=yNeCNXDXkTY [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Cellan-Jones, R. 2014. Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind [En ligne]. Disponible à : https://www.bbc.com/news/technology-30290540 [Consulté le : 7 avril 2019].*

• *Chapron, G. 2017. The environment needs cryptogovernance. Nature 545(7655), pp. 403-405. Disponible à : https://www.nature.com/polopoly_fs/1.22023!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/545403a.pdf [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Decidim Barcelona. 2019. Preguntas frecuentes [En ligne]. Disponible à : https://www.decidim.barcelona/pages/more-information?locale=es [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Digiconomist. 2019. Bitcoin Energy Consumption Index [En ligne]. Disponible à : https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9237449/KS-01-18-656-EN-N.pdf/2b2a096b-3bd6-4939-8ef3-11cfc14b9329 [Consulté le : 9 avril 2019].*

• *Fedotov, Y. et Gettu, T. 2017. Peace, Justice & Strong Institutions. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.125-132. Disponible à : https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 1 avril 2019].*

• *FLI (Future of Life Institute). 2019. FLI Podcast: Why Ban Lethal Autonomous Weapons? [En ligne]. Disponible à : https://futureoflife.org/2019/04/02/fli-podcast-why-ban-lethal-autonomous-weapons/ [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Garapon, A. et Lassègue, J. 2018. Justice digitale, accepteriez-vous d'être jugés par des algorithmes ? Paris : Presses universitaires de France.*

• *Generazioni connesse. 2019a. Cyberbullismo [En ligne]. Disponible à : https://www.generazioniconnesse.it/site/it/cyberbullismo/ [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Generazioni connesse. 2019b. Pedopornografia [En ligne]. Disponible à : https://www.generazioniconnesse.it/site/it/pedopornografia/ [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Ma, A. 2018. China social credit system punishments rewards explained [En ligne]. Disponible à : https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/china-social-credit-system-punishments-rewards-explained-a8297486.html [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Maitre, G. 2017. Blockchain : Comment ça marche ? [En ligne]. Maths Adultes. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=SccvFbyDaUI [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Mulcahy, S. 2016. Lobbying in Europe: hidden influence, privileged access. Berlin : Transparency International. Disponible à : https://www.transparency.org/whatwedo/publication/lobbying_in_europe [Consulté le : 3 avril 2019].*

• *ONU. 2017. Paix, justice et institutions efficaces : pourquoi sont-elles importantes ? [En ligne]. Disponible à : https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/wp-content/uploads/sites/4/2017/01/Why-it-matters-Goal-16_FR.pdf [Consulté le : 9 avril 2019].*

• *Pariser, E. 2011. The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You. New York : Penguin Press.*

• *Piana, D. 2018. Predicting justice: what if algorithms entered the courthouse? [En ligne]. The Conversation. Disponible à : https://theconversation.com/predicting-justice-what-if-algorithms-entered-the-courthouse-91692 [Consulté le : 9 avril 2019].*

• *Renard, C. 2017. Justice, presse, détention provisoire... l'autoritarisme bat son plein en Turquie [En ligne]. Disponible à : https://www.franceculture.fr/geopolitique/justice-presse-detention-provisoire-lautoritarisme-bat-son-plein-en-turquie [Consulté le : 9 avril 2019].*

• *Reporters sans frontières. 2018. RSF Index 2018: Hatred of journalism threatens democracies [En ligne]. Disponible à : https://rsf.org/en/rsf-index-2018-hatred-journalism-threatens-democracies [Consulté le : 3 avril 2019].*

• *Reuben, A. 2016. Reality Check: Would Brexit mean extra £350m a week for NHS? [En ligne]. BBC. Disponible à : https://www.bbc.com/news/uk-politics-eu-referendum-36040060 [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Roser, M. 2019. War and Peace [En ligne]. OurWorldInData. Disponible à : https://ourworldindata.org/war-and-peace [Consulté le : 3 avril 2019].*

• *Saviana, A. 2019. Lancement de la reconnaissance faciale en France : mais qu'allons-nous faire dans cette galère ? [En ligne]. Marianne. Disponible à : www.marianne.net/societe/lancement-de-la-reconnaissance-faciale-en-france-mais-qu-allons-nous-faire-dans-cette-galere [Consulté le : 9 janvier 2020].*

• *Simon, D. 2016. Le Royaume Uni paye-t-il 350 millions de livres chaque semaine à Bruxelles ? [En ligne]. France Inter. Disponible à : https://www.franceinter.fr/emissions/le-vrai-faux-de-l-europe/le-vrai-faux-de-l-europe-24-juin-2016 [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *Schur, M. et Jones, R. 2016. Nosedive. Dans : Brooker, C. Black Mirror. Los Gatos : Netflix.*

• *Seibt, S. 2017. Comment Pékin organise la surveillance 2.0 des Ouïghours [En ligne]. France 24. Disponible à : https://www.france24.com/fr/20190218-chine-ouighour-surveillance-xinjiang-reconnaissance-faciale-qr-code-musulman [Consulté le : 19 avril 2019].*

• *Suquian, J. 2019. China's "social credit" scheme involves cajolery and sanctions [En ligne]. The Economist. Disponible à : https://www.economist.com/china/2019/03/28/chinas-social-credit-scheme-involves-cajolery-and-sanctions [Consulté le : 15 avril 2019].*

• *Stamboliyska, R. 2017. La face cachée d'internet. Paris : Larousse.*

• *Transparency International. 2018. Corruption perception index 2018 [En ligne]. Disponible à : https://www.transparency.org/cpi2018 [Consulté le : 3 avril 2019].*

• *Weyand, C. 2014. Can the Internet Empower People? Empirical Studies on Transparency, Accountability, and Open-Mindedness. Thèse de doctorat, Université de Cologne. Disponible à : https://kups.ub.uni-koeln.de/5616/1/Diss.pdf [Consulté le : 8 avril 2019].*

• *WikiLeaks. 2017. WikiLeaks Ten Year Anniversary [En ligne]. Disponible à : https://wikileaks.org/10years/ [Consulté le : 8 avril 2019].*

NUMÉRIQUE ET ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

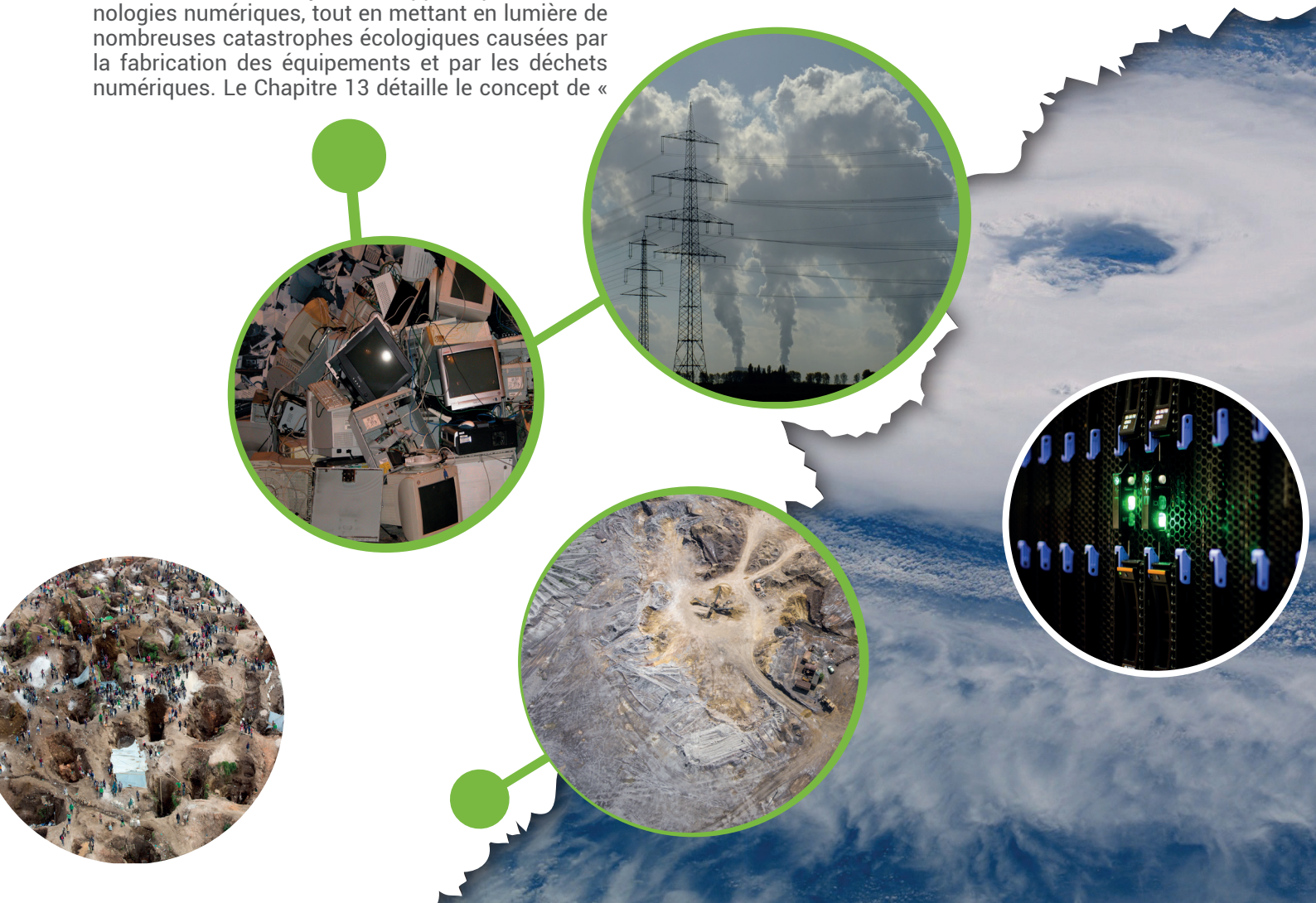
Cette seconde partie, composée de 4 chapitres, est organisée de manière à apporter des connaissances sur les impacts environnementaux des technologies numériques.

Le Chapitre 10 est le plus technique du livret, répertoriant les informations connues sur les émissions actuelles de gaz à effet de serre associées à la fabrication et à l'utilisation des équipements numériques. Il fournit également quelques pistes pour réduire les émissions individuelles liées au numérique. Le Chapitre 11 fournit une vision plus sociétale et collective des impacts environnementaux du numérique. Il aborde en détail la notion d'obsolescence programmée, le rôle du numérique dans l'épuisement des métaux et le concept d'effet rebond. Ce dernier est central pour appréhender les impacts environnementaux du numérique. Le Chapitre 12 aborde plus précisément le potentiel de conservation et de restauration des écosystèmes apporté par les technologies numériques, tout en mettant en lumière de nombreuses catastrophes écologiques causées par la fabrication des équipements et par les déchets numériques. Le Chapitre 13 détaille le concept de « smart city » et évalue son potentiel pour rendre les villes et communautés durables.

Souvent perçu comme virtuel, dématérialisé et « propre », le numérique a pourtant un rôle important dans la dégradation actuelle de l'environnement. D'un numérique destructeur à un formidable outil de transition écologique, il n'y a qu'un pas qui dépendra de nos positionnements individuels et collectifs. À vous d'en juger.

CHAPITRES :

10 : Crise climatique et énergie
11 : Consommation et production responsables
12 : Ecosystèmes
13 : Villes et communautés durables



10. CHANGEMENT CLIMATIQUE

© Domaine Public -CC.0

CHAPITRE 10: CHANGEMENT CLIMATIQUE

Pourquoi est-ce important ?

Le changement climatique correspond aux diverses modifications du climat, au niveau local et planétaire, provoqué par l'humanité et ses émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère. Le climat n'est pas seulement en train de se réchauffer, il change. Par exemple, le nombre d'événements climatiques extrêmes comme les sécheresses et les tempêtes a sensiblement augmenté (Guilyardi et al. 2019).

Il est estimé que les émissions de GES représentent 60% de l'empreinte écologique totale de l'humanité (Earth Overshoot Day 2019). Ainsi, le changement climatique va – et est déjà en train de – provoquer des modifications profondes de l'environnement. Celles-ci sont, pêle-mêle, la disparition presque totale de la banquise arctique et des récifs coralliens (Guilyardi et al. 2019), l'assèchement de fleuves majeurs (Giraud 2019), la montée du niveau des eaux d'environ 1 mètre d'ici à 2100 par rapport au 19e siècle (GIEC 2019), la disparition de nombreuses forêts due à l'augmentation des températures (Steffen et al. 2018) et le bouleversement des écosystèmes (Guilyardi et al. 2019).

Ces modifications de l'environnement ont, et auront davantage dans le futur, des répercussions néfastes sur les sociétés humaines. Parmi elles, la baisse des rendements agricoles (OMM et al. 2019), la baisse des ressources en eau (Hofste et al. 2019; Giraud 2019) ou encore de nombreuses inondations – plus de 700 millions de personnes vivent en effet dans des zones à risque d'inondation (GIEC 2019). De plus, certaines régions pourraient devenir trop chaudes pour supporter la vie humaine (Pal et Eltahir 2016). Les risques de nouvelles pandémies provoquées par la fonte de sols gelés contenant d'anciens virus conservés dans les sols sont également en augmentation (Grasset 2019).

L'Europe ne sera pas épargnée. Ainsi, le mois le plus chaud de l'année dans la plupart des grandes villes européennes devrait être entre 4 et 8 °C plus chaud en 2050 par rapport à aujourd'hui (Bastin et al. 2019a).

Ces différents événements provoqueront de grandes souffrances pour beaucoup de personnes. Ils pourraient forcer le déplacement de dizaines voire de centaines de millions de personnes. Ils impliqueront également probablement de graves conflits (Dunlop et Spratt 2017). Certaines guerres de ces dernières années, dont le conflit syrien, sont d'ailleurs déjà des conséquences très partielles et indirectes du changement climatique (Ünker et al. 2018; Dunlop et Spratt 2017).

Les scientifiques considèrent qu'un seuil estimé entre 1,5 et 2 °C de réchauffement par rapport à la période 1850-1900 ne doit pas être franchi, car cela impliquerait des événements en cascade qui provoqueraient un réchauffement supplémentaire conséquent, sans nouvelles émissions de GES humaines (Steffen et al. 2018; Dunlop et Spratt 2018). Si ce seuil est franchi, un réchauffement total de 4 °C n'est pas à exclure (Dunlop et Spratt 2018; OMM et al. 2019). Celui-ci provoquerait des événements tellement catastrophiques qu'il n'est pas certain que la vie humaine organisée soit encore possible (Anderson 2011; Banque Mondiale 2012). Certains scénarios du GIEC (2014) dépassent allègrement cette barre de 4°C.

Le temps presse. En effet, le réchauffement global est déjà de 1,1 °C par rapport à 1850-1900 (OMM et al. 2019). Pour avoir 50% de chance de rester sous les 1,5 °C, et 66% de chance de rester sous les 2 °C, il faudrait diviser par deux les émissions humaines de GES durant chaque décennie entre 2020 et 2050 (Rockström et al. 2017).

Pour éviter la catastrophe, les États se sont engagés, dans l'Accord de Paris, à limiter le réchauffement planétaire bien en dessous de 2 °C d'ici 2100 (Saversi 2016). L'Accord n'oblige toutefois aucunement les États à respecter leurs engagements, et se base donc simplement sur la bonne volonté des dirigeants (Saversi 2016). D'ailleurs, en 2019, les engagements des États sont entre 3 et 5 fois inférieurs à ce qu'il faudrait pour rester sous la barre des 1,5 °C (ONU 2019a). Les engagements actuels mènent à un réchauffement – sans prise en compte d'événements en cascades mentionnés plus haut – de 2,9 à 3,4 °C (OMM et al. 2019). En 2018, les émissions de GES ont encore augmenté de 2% (OMM et al. 2019). Ces différents éléments poussent certains à penser que les objectifs à atteindre ne sont pas réalisables (Anderson 2016), et que l'effondrement partiel ou total de nos sociétés est inévitable (Servigne et Stevens 2015).

Il est primordial d'agir pour éviter de telles conséquences catastrophiques. Certaines entreprises et certains États prennent des engagements ambitieux (ONU 2019b), et il faut espérer que ceux-ci vont se généraliser et se matérialiser en actes. Les manifestations et grèves des jeunes – et moins jeunes – pour le climat au cours des dernières années aident à aller dans cette direction, car ils mettent la pression sur les politiques et sur le reste de la société (ONU 2019c; FridaysForFuture 2019). L'Union européenne a par ailleurs un rôle important à jouer dans la crise climatique du fait de sa responsabilité en tant qu'émetteur historique de GES ainsi que du fait de la volonté des États-Unis de se retirer de l'Accord de Paris (Sachs 2019). Les européen·ne·s se sentent d'ailleurs très concernés par les enjeux climatiques et environnementaux (Commission européenne 2019).

Émissions de GES actuelles du numérique

Le numérique* est un grand émetteur de GES. En 2019, il représentait entre 2,6% *(Bordage 2019a)* et 4% *(The Shift Project 2018)* des émissions causées par l'humanité – la différence entre ces chiffres provient de différences méthodologiques entre les études. Notons que ce résultat ne prend pas en compte les émissions liées à la fin de vie des équipements étant donné le peu de données disponibles à ce sujet (cf. Chapitre 12). En comparaison, la part des émissions du secteur de l'aviation est de 4% à 8% – l'incertitude provient du manque d'informations sur le potentiel de réchauffement de certaines substances émises lors des vols *(Parlement européen 2017)* – tandis que celle des véhicules légers, de moins de trois tonnes et demie, est de 8% *(The Shift Project 2018)*. Ainsi, le numérique représente à peu près autant d'émissions que la fabrication et l'utilisation du tiers à la moitié des véhicules légers dans le monde.

En Europe de l'Ouest, un·e citoyen·ne moyen·ne émettrait environ 474 kilogrammes de CO2e – l'unité de mesure des GES – de par sa consommation de numérique *(The Shift Project 2018, p.60)*. Pour se donner une idée de ce que cette quantité représente, le Tableau 1

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

reprend les émissions de quelques actions [1]. Ainsi, remis en perspective, étant donné qu'un·e habitant·e de l'Union européenne émettrait au total environ 9.100 kg de CO2e chaque année, le numérique représenterait environ 5,2% de ce total. Cela correspond à environ un quart des émissions de GES par personne recommandées en 2050 pour rester sous les 2°C de réchauffement climatique. Ce chiffre est également proche de celui de Bordage et al. *(2020, pp. 8-9)* pour le cas spécifique de la France, où la consommation de numérique d'un·e Français·e moyen·ne représenterait en 2020 420 kg de CO2e. Remis en proportion des émissions annuelles d'un·e Français·e *(Convention Citoyenne pour le Climat 2019, p. 23)*, cela équivaut à 3,8%.

Action	Émission (kg CO_2e)
Consommation d'un·e Européen·ne moyen·ne	9. 100 par an
Émissions de GES par personne recommandées en 2050 pour rester sous les 2 °C de réchauffement climatique	2.100 par an
Trajet Londres-New York (aller)	1.600
Effectuer seul 1.000 km en voiture (modèle milieu de gamme)	250
Consommer 1 kg de viande de bœuf	36
Passer d'une alimentation omnivore à une alimentation végane	- 800 par an
Laver ses vêtements à l'eau froide	- 250 par an
Recycler tous ses déchets correctement	- 210 par an
Pendre ses vêtements au lieu d'utiliser un séchoir	- 210 par an
Isoler les murs de son habitation	- 180 par an
Manger bio, local et de saison	- 80 par an
Réduire les emballages et le plastique à usage unique	- 40 par an

Tableau 1. Émissions de GES induites par certaines actions. Les chiffres donnés sont par personne même quand il y a plusieurs individus dans un ménage.

Sources : Wynes et Nicholas (2017); Ravijen (2018); Écoconso (2019a) ; Ademe (2017).

Tous et toutes responsables ?

Les individus ne sont pas égaux en matière d'émissions de GES liées au numérique. Ainsi, d'après The Shift Project *(2018, p.60)*, en 2016, un·e Européen·ne moyen·ne de l'Ouest émettait un peu plus de 7 fois davantage de GES liés au numérique qu'un·e habitant·e des pays du Sud, hors Chine, comme le montre le Tableau 2.

Région géographique	Émission de GES par habitant·e (kg CO2e)
États-Unis	1027
Japon	486
Europe de l'Ouest	474
Chine	291
Pays du Sud (hors Chine)	64
Monde	217

Tableau 2. Émission de GES du secteur du numérique selon la région géographique en 2016.

Par ailleurs, chaque Européen·ne n'émet pas la même quantité de GES en lien avec le numérique. Par exemple, les adolescent·e·s et jeunes adultes ont une grande consommation de services numériques* *(Smart Generation 2016)*, généralement plus grande que leurs aînés. Ainsi, ils passent plus de temps sur Internet* *(Statista 2019)*, sont plus présents sur les réseaux sociaux *(Ofcom 2019)* et consomment davantage de vidéos en ligne *(Westcott et al. 2018; Blattberg 2015)* et de jeux vidéo en ligne *(Ofcom 2018)*. À titre d'exemple, ils consacrent en France plus d'un quart de leur temps éveillé connectés *(Bordage, 2019)*.Par conséquent, les émissions liées au numérique d'un·e jeune Européen·ne moyen·ne sont sans doute très importantes.

Les jeunes générations, très connectées et donc très émettrices de gaz à effet de serre.
© CC- hackNY.org - BY-SA 2.0

Sources des émissions

Il est important de comprendre les sources d'émissions de GES associées au numérique. Il est possible de créer des catégories. Les chiffres mentionnés dans cette section – et dans l'entièreté de ce chapitre de manière générale – sont approximatifs, car les calculs à effectuer sont très complexes, changent d'une année à l'autre, dépendent des limites définies d'une catégorie à une autre, etc. Ils doivent donc être davantage considérés comme des ordres de grandeur que comme des vérités absolues.

Découpage par type d'équipement :

Les émissions du numérique proviennent d'équipements divers et variés, émettant chacun différentes quantités de GES lors de la fabrication et de l'utilisation. Les équipements du secteur du numérique sont généralement répartis en trois catégories.

- **Terminaux utilisateurs/trices**

3 "terminaux" auxquels s'ajoutent une multitude grandissante d'objets connectés.
© CC0 - Domaine public - Frank Wolf

Une première catégorie comporte les terminaux utilisateurs/trices, qui ne se limitent pas aux ordinateurs, tablettes, smartphones et imprimantes. Les objets connectés*, tels que les télévisions, les montres, les thermostats, les drones ou les enceintes, sont également inclus dans cette catégorie. Il y aurait ainsi 19 milliards d'objets connectés utilisés en 2019, soit plus que le nombre de terminaux utilisateurs/trices « traditionnels » *(Bordage 2019a)*.

Les émissions de GES liées aux terminaux utilisateurs/trices représentent environ 60 à 65% du total du numérique *(Bordage 2019a; The Shift Project 2018)*, et celles-ci sont par ailleurs en augmentation *(Bordage 2015)*. Dans cette catégorie, les émissions se produisent principalement lors de la phase de fabrication, et non lors de la phase d'utilisation de l'appareil. On constate ainsi que seulement 6% de l'énergie utilisée sur la durée de vie d'un smartphone provient de son utilisation propre – qui se matérialise par la recharge de l'appareil. Ce chiffre est de 11% pour les ordinateurs et de 33% pour les télévisions connectées *(The Shift Project 2018)*.

Le Tableau 3 reprend les émissions de CO2e de la fabrication de quelques appareils numériques. Ainsi, en guise d'exemple, l'achat d'une enceinte connectée représente l'émission de 176 kg de CO2e rien que pour sa fabrication, soit environ 2% des émissions moyennes d'un·e Européen·ne, ou encore les gains d'émission réalisés du fait de manger bio, local et de saison pendant environ 2 ans.

Appareil	Émission de fabrication (kg CO_2e)
Ordinateur fixe + écran (Dell)	1000
Ordinateur portable milieu de gamme (Apple, Dell)	300-500
Télévision connectée milieu de gamme, 55 pouces (Samsung)	441
Tablette (Apple)	80-200
Imprimante laser	191
Enceinte connectée (Apple)	176
Modem (fibre haut-débit)	115
Console vidéo de salon	102
Smartphone milieu de gamme	61
Montre connectée (Apple)	30-50

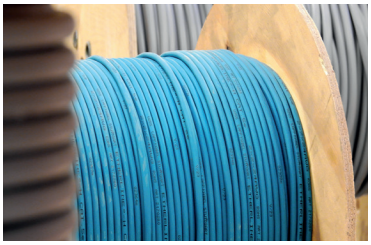
Tableau 3. Émissions de GES de plusieurs appareils digitaux. Les fourchettes montrent les variations d'un modèle à l'autre.
Sources : The Shift Project (2018, p.29); Dell (2019); Apple (2019), Ademe (2018) .

- **Datacenters**

Des dizaines de millions de serveurs composent les centres de données.
© CC0 - Domaine public

Une deuxième catégorie concerne les centres de données, aussi appelés datacenters* et centres informatiques. Ceux-ci stockent environ 20% des données* mondiales, et une partie de celles-ci sont associées aux services de type cloud* *(The Shift Project 2018)*. En 2019, les centres de données sont composés de 67 millions de serveurs et d'à peu près le même nombre d'autres équipements informatiques *(Bordage 2019a)*. L'énergie utilisée est en immense majorité associée à l'utilisation, et non à la fabrication des équipements (Bordage 2019a), et elle sert principalement à refroidir les serveurs *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. Environ 15 à 20% des émissions de GES du numérique sont associés aux équipements de cette catégorie *(Bordage 2019a ; The Shift Project 2018)*.

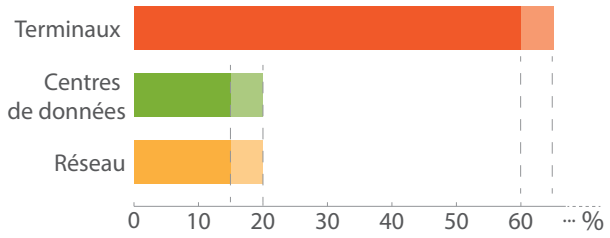
- **Réseau informatique**



Les câbles, un des nombreux équipements (Box DSL/Fibre, antennes-relais, satellites...) nécessaires au réseau
© CC0 - Domaine public

La troisième catégorie concerne le réseau informatique*. Celui-ci est, en 2019, composé de 1,1 milliard de box Internet, 10 millions d'antennes-relais (de 2 à 5G), de millions de kilomètres de câbles terrestres et sous-marins – il y aurait 1,2 million de kilomètres de câbles sous-marins en 2019, le plus long en faisant 20.000 *(TeleGeography 2019)* – pour relier les équipements, des satellites, ainsi qu'environ 200 millions d'autres équipements nécessaires au réseau *(Bordage 2019a ; Bihouix et Mauvilly 2016)*. Comme pour les centres de données, l'impact de cette catégorie est en grande majorité dû à l'utilisation du réseau plutôt qu'à la fabri-

cation de ses éléments *(Bordage 2019a)*. Il s'effectue d'ailleurs en grande majorité dans les derniers kilomètres du trajet, à proximité des habitations, c'est-à-dire au niveau des antennes-relais locales et des box Internet *(Bordage 2017)*. L'énergie sert principalement à produire les ondes électromagnétiques qui permettront le transfert de données* *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. Environ 15 à 20% des émissions du numérique sont associés aux équipements de cette catégorie *(Bordage 2019a; The Shift Project 2018)*.



Répartition des émissions de CO_2e dans les équipements du numérique

Découpage entre fabrication et utilisation :

Au total, environ 45% des émissions mondiales de GES du numérique proviennent de la fabrication des équipements, tandis que les 55% restants proviennent de l'utilisation de ces équipements *(Bordage 2019a ; The Shift Project 2018)*. La part de la fin de vie n'est pas prise en compte, par manque de données fiables.

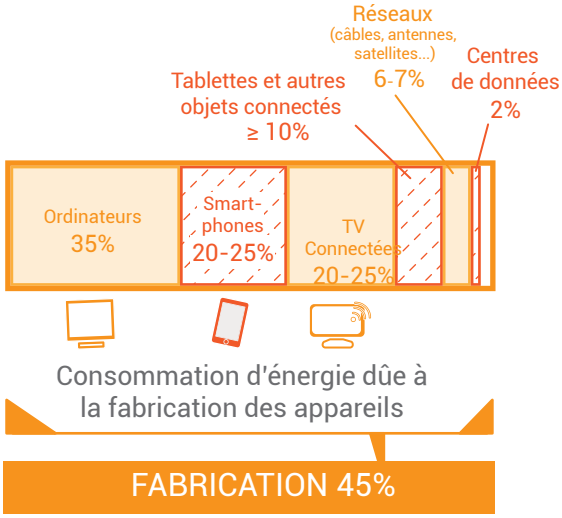
Les émissions de GES sont directement liées à l'énergie consommée en phase de fabrication et à l'énergie nécessaire en phase d'utilisation.

En France, la partie fabrication représente environ 83% des émissions de GES, contre 17% pour la partie utilisation *(Bordage et al. 2020)*. Cette différence entre le cas français et le cas mondial est sans doute en grande partie due au fait que l'électricité y est produite à partir de l'énergie nucléaire, moins émettrice de GES – pour plus d'informations à ce sujet, voir le Tableau 4 et la note [2].

- **Fabrication**

Les émissions liées à la fabrication des équipements numériques proviennent principalement de la phase d'extraction de minerais et de leur transformation en composants électroniques *(Bordage 2019a)*. Cette dernière implique également une énorme pression sur les écosystèmes (cf. Chapitre 12) et sur les travailleurs/euses (cf. Chapitre 1).

Dans la catégorie « Fabrication », les chiffres datant de 2018 et 2019 rapportent que 35% de l'énergie a été consommée pour produire les ordinateurs. Les smartphones et les télévisions connectées ont chacun une part de 20 à 25%. Le reste de l'énergie a été utilisée pour produire les autres équipements, dont les équipements du réseau (6-7%) et des centres de données (2%) ainsi que les autres terminaux utilisateurs/trices, principalement les tablettes et d'autres objets connectés *(The Shift Project 2019a; Bordage 2019a)*. Ces chiffres concernent la consommation d'énergie et pas les émissions de GES, mais ils donnent tout de même un ordre de grandeur.



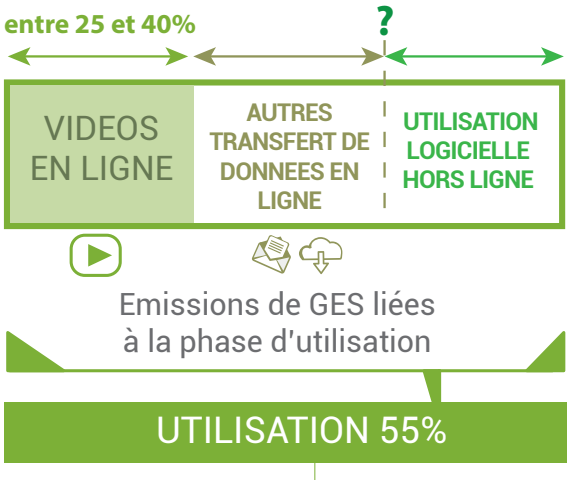
- **Utilisation**

Les émissions de GES liées à l'utilisation du numérique proviennent de l'électricité utilisée par l'entièreté des appareils numériques. Cette électricité sert, d'une part, au transfert de données d'un appareil à un autre *(The Shift Project 2019a)*, et d'autre part, à l'utilisation logicielle* effectuée hors ligne. La répartition des impacts entre ces deux catégories n'est pas connue avec précision, mais certaines informations sont tout de même disponibles.

Concernant la première catégorie, The Shift Project a calculé que les émissions de GES associées à la vidéo en ligne étaient de 305 MT de CO2e en 2018, soit environ 0,57% du total mondial des émissions de GES cette année-là *(OMM et al. 2019)*, ou encore environ entre 25 et 40% des émissions de GES liées à l'utilisation du numérique, selon que l'estimation soit basée en fonction de The Shift Project *(2018; 2019a)* ou de Bordage *(2019a)*. Par ailleurs, la vidéo en ligne représente 80% du trafic mondial de données, et il existe un lien entre la quantité de données transmises et les émissions de GES. Cependant, ce n'est pas nécessairement parce qu'un secteur nécessite le transfert d'une grande quantité de données qu'il a des émissions de GES proportionnelles. Certains secteurs ne nécessitant pas le transfert de grandes quantités de données pourraient aussi se révéler de forts émetteurs de GES.

La deuxième catégorie concerne l'utilisation d'électricité pour alimenter les appareils (ordinateurs, tablettes, ...) permettant de faire fonctionner les programmes* et

logiciels informatiques utilisés à travers le monde, certains effectuant des calculs nécessitant une énorme puissance. Ce type d'utilisation du numérique s'effectue principalement dans le cadre professionnel. Strubell et al. *(2019)*, prenant l'exemple d'un certain type d'intelligence artificielle* particulièrement énergivore, a calculé qu'il est nécessaire d'émettre plus de 600 tonnes de GES rien que pour la rendre prête à l'usage. Ainsi, prenant en considération l'énorme quantité de programmes et logiciels informatiques utilisés à travers le monde, nous pouvons envisager que cette catégorie représente un poids conséquent. Difficile d'être plus précis.

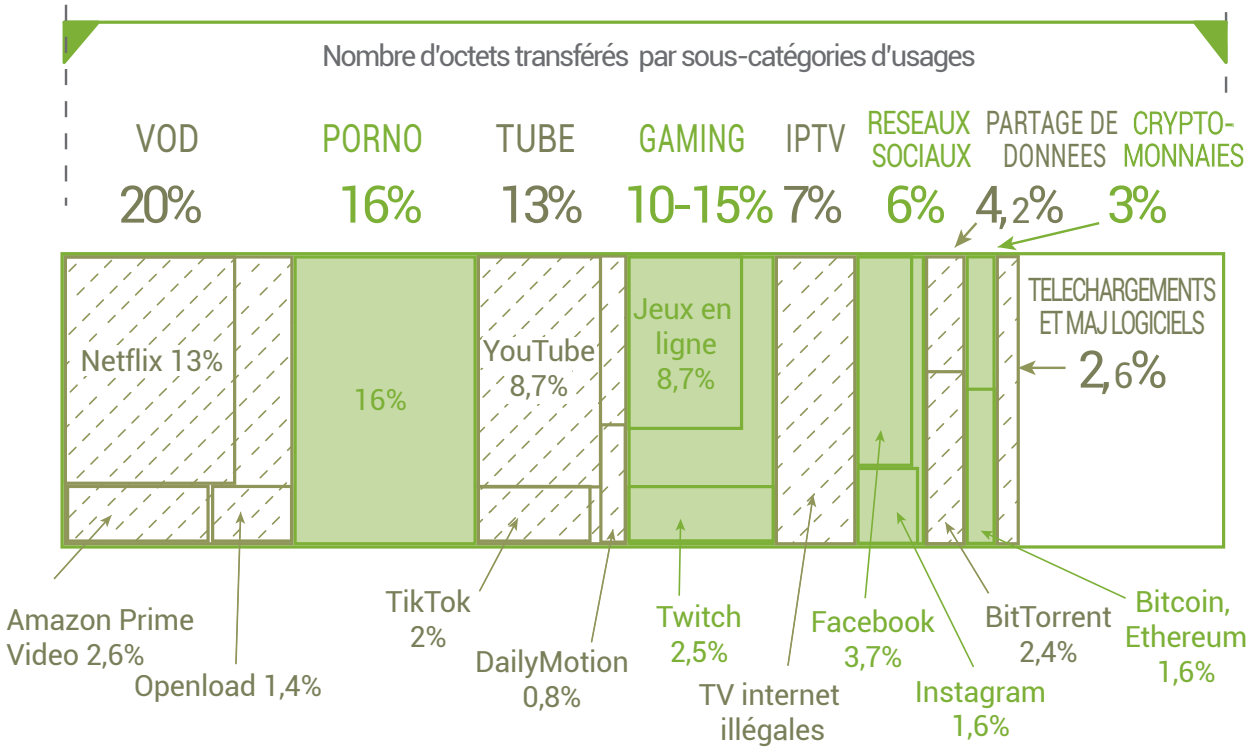


Rappel: 55% est la moyenne mondiale (mix électrique à majorité charbon, gaz naturel, pétrole), la part de GES liée à l'utilisation est de 17% pour la France (électricité produite à majorité nucléaire et hydroélectrique).

Découpage du trafic mondial de données :

La quantité de données transférées est loin d'être proportionnelle à la quantité de GES émises, mais elle donne quand même des tendances. La Figure ci-dessous présente une catégorisation assez précise du trafic mondial de données en 2018-2019. La catégorie « VOD » réfère aux plateformes hébergeant des vidéos en streaming* généralement longues, tandis que « Tube » réfère à celles hébergeant des vidéos généralement courtes, dont font partie YouTube et TikTok. Peut-être plus surprenant est le trafic associé au visionnage de vidéos à caractère pornographique en streaming. En réalité, les plateformes de ce type figurent parmi les sites Internet les plus visités au monde, 4 d'entre eux faisant partie du top 20 en 2020 *(SimilarWeb 2020)*. La catégorie « IPTV » reprend les services qui fournissent de manière illégale les programmes télévisés du monde entier via Internet, et non via les câbles terrestres - cf. Mouv' *(2018)* pour une brève explication. Cette catégorie est en forte croissance *(Sandvine 2019)*.

Les jeux en ligne, une part non négligeable des émissions des gaz à effet de serre mondiales du numérique...
© CC- hackNY.org - BY-SA 2.0



Catégorisation du trafic mondial de données par secteur et entreprise. Sources : The Shift Project (2018, 2019a); Sandvine (2018); Sandvine (2019); Digiconomist (2019a, 2019b); Stoll et al. 2019).

Bonnes pratiques pour réduire ses émissions

Il est possible de réduire ses émissions de GES liées au numérique au niveau individuel, et cette section fournit quelques pistes pour y parvenir. Elles ont été réfléchies en fonction de la consommation en dehors du cadre professionnel, où d'autres mesures auraient pu être préconisées, notamment pour les acteurs du secteur du numérique. De plus, de manière générale, on remarquera qu'il n'existe pas d'action miracle, qui réduit drastiquement nos émissions, mais la conjonction de plusieurs actions pourrait provoquer une forte réduction.

Il est important d'être extrêmement vigilant·e·s concernant les chiffres mentionnés dans cette section, ainsi qu'avec ceux que vous trouverez via d'autres sources. En effet, les recherches à ce sujet sont très difficiles et encore à leurs balbutiements, et donc imprécises et critiquées. Par ailleurs, ce sont des données moyennes, au niveau global ou national, et elles s'adaptent mal au cas individuel. De nombreux paramètres influent sur les émissions de chaque situation, transformant grandement les résultats. En guise d'exemple, la quantité de GES émise par la transmission d'une donnée par Internet dépendra fortement du moment de la journée, du pays de résidence, des entreprises impliquées dans ce transfert et des techniques qu'elles utilisent, du type d'énergie utilisée, du trajet parcouru par cette donnée au sein du réseau, de l'opérateur Internet, du type de connexion Internet ou encore du terminal utilisé.

Cette section ne doit pas non plus faire oublier que les individus seuls ne peuvent pas tout, car il existe des barrières économiques, sociales et politiques nous empêchant de changer nos comportements *(Keucheyan 2019; Convention Citoyenne pour le Climat 2019, p.33)*. Un individu seul a peu de pouvoir de décision par rapport aux autorités politiques et aux entreprises qui essayent de pousser à la consommation – cf. Chapitre 11. Les luttes collectives et le plaidoyer pour que ces derniers agissent en faveur d'une réduction de l'impact environnemental du numérique ont également de fortes répercussions.

Les mobilisations collectives, un moyen d'actions possible pour faire évoluer les règles collectives
© CC - Rastrelli - BY -NC-SA 2.0

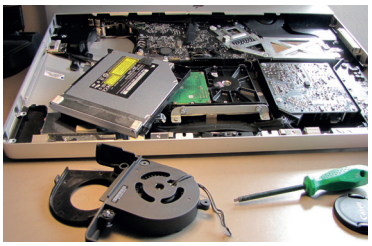
Puisque tant la fabrication que l'utilisation des équipements numériques émettent de grandes quantités de GES, il est important d'adopter de bonnes pratiques pour chacune de ces catégories.

Fabrication :

- **Allonger la durée de vie des terminaux**

Si la durée de vie de tous les appareils digitaux était allongée de 30% d'ici 2025, alors les émissions mondiales de GES du numérique seraient 18% moins importantes que les prévisions à cette date *(Bordage 2019a)*. Par exemple, allonger la durée de vie de son ordinateur portable de 4 à 6 ans permettra d'économiser plus de 100 kg de CO2e, ce qui représente plus ou moins autant que de réduire les emballages et le plastique à usage unique pendant 2 ans et demi – cf. Tableau 1, page 53, pour d'autres comparaisons.

Malheureusement, les équipements numériques sont conçus de manière à pousser à les remplacer régulièrement *(cf. Chapitre 11)*. Il existe cependant de nombreuses astuces permettant d'allonger la durée de vie des appareils, comme le réemploi, la réparation et le choix de marques privilégiant la durabilité et la réparabilité *(cf. Chapitre 11)*. De nombreuses astuces plus précises sont disponibles sur le site : www.produitsdurables.fr.



Réparer, une manière parmi d'autres d'allonger la durée de vie de nos équipements.
© CC0 - Domaine public

Il est important d'adopter ce type de réflexes pour chacun des appareils présents autour de soi *(ADEME 2020)*. En effet, acheter un nouveau smartphone ne représente qu'environ 0,7% des émissions de GES annuelles d'un·e Européen·ne, mais chaque individu possède de nombreux appareils numériques. Par exemple, les Français·e·s entre 15 et 70 ans possèdent en moyenne 15 appareils *(Bordage et al. 2020)*. Les possibilités de diminution d'émission sont donc multipliées. Suivant les données du Tableau 3 (page 54), il semble tout de même important de focaliser ses efforts sur les gros équipements, tels que les télévisions connectées, les ordinateurs fixes ou portables ou encore les enceintes connectées.

- **Remplacer la télévision connectée par un vidéoprojecteur**

Comme explicité dans le Tableau 3 (page 54), la fabrication d'une télévision connectée de milieu de gamme émet entre 400 et 500 kg de CO2e. La fabrication d'un vidéoprojecteur émet quant à elle au moins 12 fois moins de GES *(Bordage 2019b)*. Cela correspond à une économie d'environ 400 kg de GES, soit un gain équivalent à environ une demi-année d'alimentation végane comparée à une alimentation omnivore (cf. Tableau 1, page 53).

Utilisation :

- **Choisir un fournisseur d'électricité « vert »**

Les émissions de GES de la phase d'utilisation proviennent en bonne partie de l'électricité consommée par l'utilisateur/rice. Or, cette électricité émettra une quantité différente de GES selon la méthode de production d'énergie – cf. Tableau 4. Choisir un fournisseur d'électricité privilégiant les méthodes de production d'énergie émettant peu de GES peut donc réduire drastiquement les émissions de GES liées à la phase d'utilisation. Il existe des sites web spécialisés par pays ou par région pour aider à choisir le meilleur fournisseur possible selon ce critère. Par exemple, Greenpeace Belgique et France *(2020)* ou le site Luce-gas.it pour l'Italie, effectuent un classement des fournisseurs.

Source énergétique pour la production d'électricité	Intensité carbone (gCO2e/Kwh)
Charbon	820
Fioul	778
Diesel	778
Gaz naturel	490
Solaire	45
Géothermie	38
Hydroélectrique	24
Marine	17
Nucléaire	12
Eolien	11

Tableau 4. Émission de GES, pour la même quantité d'électricité produite, selon la source d'énergie utilisée. Ces résultats prennent en compte toutes les étapes du cycle de vie de la production, y compris l'extraction des minerais et la gestion des déchets.

Sources : Gagnon et al. (2002) pour les chiffres sur le fioul et le diesel;- GIEC (2014, p.1335) pour les autres.

- **Éviter la 3, 4 et 5G**

3, 4, 5G un gouffre énergétique...
© CC-Karlie Dambrans-BY-2.0

Le transfert de données n'émet pas la même quantité de GES selon le mode de transfert – Wi-Fi, 3G, 4G ou 5G. L'utilisation de la 4G demande environ 4 fois plus d'électricité que le Wi-Fi *(Kamiya 2020)*. Les chiffres sont un peu inférieurs pour la 3G *(Bordage 2019b, p.169)*, et risquent d'être supérieurs pour la 5G. En effet, cette dernière requiert une grande quantité d'infrastructures, notamment de très nombreuses antennes-relais *(Grijpink et al. 2018)*.

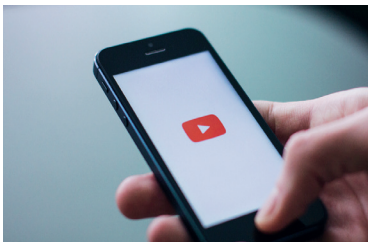
Par conséquent, il faut éviter au maximum l'usage de la 3, 4 et 5G. Malheureusement, l'arrivée des objets connectés, souvent utilisés hors Wi-Fi, ainsi que les abonnements à coûts peu élevés pour les données mobiles tendent à augmenter leur utilisation. Si on veut absolument effectuer un transfert de données – pour travailler sur un document hébergé sur le cloud, pour regarder un film en streaming ou pour écouter de la musique – sans avoir de Wi-Fi à disposition, il vaut mieux penser à le télécharger préalablement, en Wi-Fi. Il est également préférable d'éteindre les données mobiles pour s'assurer de ne pas effectuer par erreur un transfert de données par ce biais.

- **Stocker localement plutôt que sur le cloud**

Le transfert de données entre le data center et son terminal demande de l'énergie, et émet donc des GES. Le transfert d'une donnée émet, en moyenne, deux fois plus que son stockage pendant un an *(Bordage 2019b, p.169)*. Or, utiliser le cloud implique, lors de chaque utilisation, un transfert incessant de données entre le terminal utilisateur/trice et le centre de données. L'impact est donc multiplié.

Pour un même type de transfert de données utilisé – Wi-Fi, 3 ou 4G – le visionnage d'une vidéo demandera en moyenne à peu près la même quantité d'énergie qu'elle ait été préalablement téléchargée ou qu'elle soit visionnée en streaming, puisque le transfert de la même quantité d'information est nécessaire.

- **Regarder moins de vidéos en ligne**



Vidéo en ligne, part très importante des émissions d'un Européen
© CC0 - Domaine public

La vidéo représente une part importante des émissions de GES liées à l'utilisation du numérique dans le cadre privé. C'est donc un des leviers d'action pour réduire les émissions de GES au niveau individuel. Comme expliqué auparavant, les chiffres dépendent de nombreux paramètres, et nous ne pouvons donner que des moyennes qui ne s'appliquent pas à des cas particuliers.

Cas de Netflix

Le visionnage d'une heure de vidéo Netflix en streaming via le Wi-Fi en qualité HD sur un ordinateur portable émettra 30 grammes de GES en Belgique, 8 en France, 50 en Italie et 80 dans le monde *(Kamiya 2020)* – la différence entre ces cas provient du type d'énergie produite [2]. Si un Italien regarde, en HD et via Wi-Fi, 3 heures de vidéo Netflix par jour pendant un an, les émissions seront d'environ 54 kg sur un ordinateur portable et de 87 sur une télévision connectée de 50 pouces. Ce dernier cas représente presque 1% des émissions de GES d'un·e Européen·ne. D'autres exemples sont mentionnés dans le Tableau 4. Des différences significatives existent selon le type d'appareil, la définition de la vidéo et le type de connexion.

Et en dehors de Netflix ?

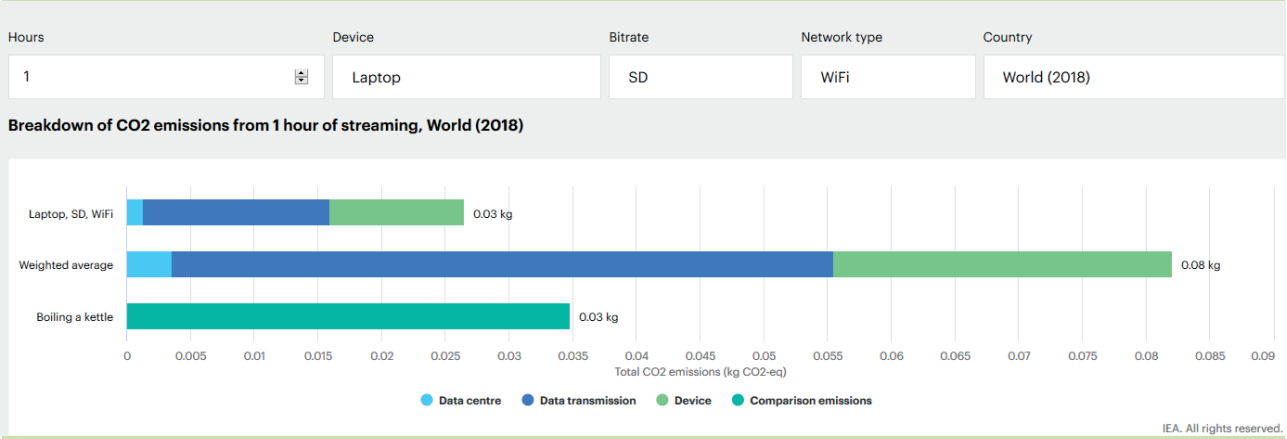
Néanmoins, ces résultats ne concernent que Netflix. Or, l'entreprise a mis en place des systèmes permettant de limiter les émissions de GES de ses vidéos *(Kamiya 2020)*. The Shift Project *(2020)*, qui a tenté de réaliser un modèle similaire se basant sur les données globales – et donc pas spécifiques à Netflix – a trouvé que le visionnage d'une vidéo en HD aurait, en moyenne, un impact 4 à 7 fois supérieur aux résultats de Kamiya *(2020)* concernant Netflix. Des différences fondamentales existent entre les deux modèles, et il est difficile de les comparer. Impossible de dire si les chiffres du Shift Project sont exagérés – c'est l'avis de certains, dont Kamiya *(2020)* et Nicolle *(2019)*. Cependant, il est probable que regarder une vidéo – tout autre paramètre étant identique – sur un site n'ayant pas optimisé l'utilisation d'énergie émettra bien davantage de GES que sur Netflix. Impossible d'être plus précis à l'heure actuelle.

En tenant compte des chiffres globaux du Shift Project *(2020)*, le visionnage d'une heure de vidéo en streaming émettrait, en moyenne, environ 400 grammes de GES dans le monde, mais environ 226 en Union européenne *(AIE 2020)*. Il est difficile d'évaluer la durée journalière moyenne passée par un·e

Cas de Netflix			Total après un an de visionnage de 3 heures par jour (kg CO2e) :			
Type d'appareil	Qualité vidéo	Type de connexion	en France	en Italie	en Belgique	dans le monde
Ordinateur portable	SD (définition standard)	Wi-Fi	2,7	18,3	11,9	29
Ordinateur portable	HD	4G	28,2	173,8	113,4	275,1
Smartphone	HD	Wi-Fi	7,7	47,7	31,1	75,4
Smartphone	4K	4G	63,1	389	253,7	615,6
Télévision connectée	4K	Wi-Fi	24,3	150	97,8	237,4

Tableau 5. Quelques exemples d'émission de GES après un an de visionnage de 3 heures de vidéo Netflix chaque jour en France, en Italie, en Belgique et dans le monde.

Chacun·e peut calculer d'autres cas de figure sur le site suivant : www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines.



Capture d'écran du simulateur d'émissions de GES du visionnage de vidéos sur Netflix mis au point par Kamiya (2020).

Européen·ne à consommer des vidéos en ligne, car les organismes statistiques ne prennent généralement pas en compte toutes les catégories – « VoD », « Pornographie », « Tubes », « Gaming », « IPTV », « Réseaux sociaux », etc. Il semblerait que, pour les adolescent·e·s européen·ne·s, le nombre d'heures passées à consommer des vidéos en ligne soit de 2 à 5 heures par jour [3]. Ainsi, la consommation de vidéos en ligne d'un·e adolescent·e européen·ne moyen·ne émettrait entre 165 et 412 kg de CO2e par an, ce qui équivaut à réaliser 660 à 1650 kilomètres avec une voiture milieu de gamme (cf. Tableau 1 (p. 53) pour d'autres comparaisons). Même si ces chiffres s'avéraient surestimés, l'impact du visionnage de vidéos reste néanmoins conséquent. Il est donc important de le limiter ou, en tout cas, d'éviter une progression trop importante à l'avenir.

Certaines vidéos regardées en ligne pourraient être facilement supprimées. Ainsi, au lieu de regarder votre série préférée en ligne, vous pourriez la regarder hors ligne à la télévision, si elle y passe. Vos émissions de GES seront beaucoup moins importantes *(Preist et Schien 2018; Bordage 2019)*. Il convient également de privilégier les fichiers audio pour écouter de la musique ou, à défaut, de baisser au maximum la qualité des vidéos musicales sur YouTube. Le fichier audio étant beaucoup moins volumineux, moins de données doivent être transférées. Il a été calculé que, pour l'année 2016, si la moitié des vidéos musicales sur YouTube avaient été écoutées à l'aide du seul fichier audio, la diminution d'émission totale de GES aurait été de 586 KT, soit environ 6% des émissions totales de YouTube cette année-là *(Preist et al. 2019)*.

De manière générale, diminuer la qualité des vidéos est une mesure intéressante. En effet, plus la résolution d'une vidéo est haute, plus la quantité de données à transférer est grande, ce qui influe sur les émissions de GES (Kamiya 2020; The Shift Project 2019). Ainsi, le visionnage en Wi-Fi d'une heure de vidéo Netflix sur un ordinateur portable émettra entre 6 et 7 fois moins de GES en SD qu'en 4K.

Enfin, pour diminuer la consommation de vidéo, il est utile de supprimer la lecture automatique – aussi appelé autoplay –, un outil lançant après quelques secondes une nouvelle vidéo lorsque l'ancienne se termine, ainsi que l'historique de visionnage (The Shift Project 2019). Ces mesures sont par exemple possibles sur Netflix et YouTube.

- **Privilégier l'utilisation d'appareils plus petits**

Un smartphone, une tablette, un ordinateur portable ou une télévision connectée ne consomment pas la même quantité d'énergie et, donc, n'émettent pas la même quantité de GES. Ainsi, la même vidéo en HD regardée sur Netflix en Wi-Fi émettra environ deux fois plus de GES sur une télévision connectée de 50 pouces que sur un smartphone *(Kamiya 2020)*.

- **Éteindre les box Internet et TV**

Les box sont à éteindre...
© CC0 - Domaine public

Ces deux appareils consomment de l'électricité même quand ils ne sont pas utilisés. Les éteindre quand on n'est pas à la maison et pendant la nuit permet d'économiser entre 30 et 65 kg de CO2e par an *(Bordage 2019b, p.168; The Shift Project 2018)*. Ce chiffre correspond à manger bio, local et de saison pendant environ une demi-année (cf. Tableau 1, page 53).

A-t-on vraiment besoin de cet appareil ou de ce service numérique ?

Puisque le numérique émet de grandes quantités de GES, il est important de se demander si certaines consommations ne devraient pas être réduites ou supprimées. Comme dit l'adage : « l'énergie la plus propre est celle que l'on ne consomme pas ». Dans certains cas, l'utilisation du numérique apporte un véritable plus, mais c'est loin d'être toujours le cas. Ainsi, chaque usage ou chaque nouvel achat devrait impliquer de se poser la question suivante : en ai-je réellement besoin, est-ce un véritable plus dans ma vie ? Si la réponse est négative, peut-être vaut-il mieux réduire cet usage ou ne pas effectuer cet achat.

Par exemple, a-t-on réellement besoin d'acheter une nouvelle tablette quand la sienne fonctionne encore, ou quand son smartphone fournit à peu près les mêmes services ? A-t-on réellement besoin du dernier objet connecté à la mode ? A-t-on réellement besoin de regarder plusieurs heures de vidéos en ligne par jour ? De même, a-t-on besoin d'utiliser Internet partout et tout le temps – en 3, 4 ou 5G ?

Pratiques à moindres impacts :

Certaines actions, parfois préconisées dans les médias, n'ont en réalité pas un impact très important. La mise en place de ces astuces est conseillée, mais il est important de se rendre compte qu'elles ne pèsent pas très lourd comparé à l'ensemble de nos émissions de GES liées au numérique.

- **Supprimer des emails**

Le stockage d'un email sur un cloud pendant un an demande deux fois moins d'énergie que son expédition au départ. Ainsi, supprimer 1 Go d'emails équivaut à une réduction de 0,04 kg de CO2e par an (Bordage 2016). Soit une goutte d'eau.

- **Se désabonner de newsletters**

Se désabonner de 50 newsletters envoyant chacune

un mail de 1 Mo par semaine revient, en Europe, à une économie d'environ 9 kg de CO2e par an *(The Shift Project 2018, p.32)*. Cette action n'est donc pas inutile, mais est tout de même peu significative.

- **Changer de moteur de recherche**

Les moteurs de recherche comme Ecosia ou Lilo – qui ne sont en réalité que l'habillage de navigateurs existants – proposent de reverser une partie des revenus publicitaires générés par chaque recherche. En proposant des alternatives aux moteurs de recherche des géants du numérique tout en ayant des approches plus éthiquement responsables, ces moteurs de recherche peuvent fournir des avantages sociétaux importants. D'un point de vue de la lutte contre le réchauffement climatique, les avantages sont moins clairs. Chaque recherche faite sur Ecosia engendre une émission de GES directe plus grande que dans un moteur de recherche classique. Mais en prenant en compte la plantation d'arbres, cela implique visiblement une réduction de la quantité nette de GES dans l'atmosphère. En effet, selon nos calculs basés sur différentes études, dont les détails sont spécifiés dans la note [4], il est très probable que la plantation d'arbres permette non seulement de compenser l'émission de GES de la recherche effectuée, mais également d'enlever des GES de l'atmosphère. Cependant, la plantation de forêts est une solution limitée pour lutter contre le réchauffement climatique. Des chercheurs/euses ont calculé que la plantation de forêts sur toutes les terres inexploitées de la planète équivaudrait à une réduction de GES dans l'atmosphère équivalente à 4 années d'émissions humaines actuelles *(Bastin et al. 2019b)*. Quand tous les arbres seront plantés, quels autres moyens aurons-nous pour lutter contre le réchauffement climatique ? La compensation d'émission ne peut donc pas être une solution à long terme.

Quelques ordres de grandeur

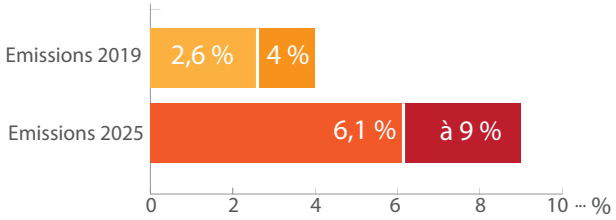
Mes changements de comportement * ...		Sur :	Je réalise en moyenne une réduction d'émission de (kg CO2e)	C'est comme si j'arrêtais de faire en voiture...
Si j'achète un vidéoprojecteur plutôt qu'une télévision connectée		1 action	400	1 600 km
Si je garde mon ordinateur portable 6 ans au lieu de 4		2 ans	150 à 250	600 à 1 000 km
Si j'éteins ma box Internet et/ou TV tous les soirs		1 an	30 à 65	120 à 260 km
Si je n'achète pas la nouvelle enceinte connectée		1 action	176	704 km
Si je garde mon smartphone 4 ans au lieu de 2		2 ans	61	244km
Si je regarde deux heures de vidéo HD en moins par jour via mon smartphone en 4 G	ITA	1 an	111	444 km
	BEL		72	290 km
	FR		18	72 km
Si je me désabonne de 50 newsletters envoyant chacune un mail de 1 Mo par semaine		1 an	9	36 km
Si je cesse de stocker 1 GB d'email – c'est-à-dire que j'en supprime plusieurs milliers		1 an	0,04	0,16 km

Les valeurs de ce tableau proviennent de différentes sources éparpillées dans le texte de ce chapitre. Elles dépendent d'un nombre incalculables de paramètres. Les résultats peuvent être très variables d'un individu à l'autre, et ne sont donc que des moyennes. Il est important d'avoir conscience des limites de cet exercice de synthèse, et les chiffres doivent être considérés comme des ordres de grandeur. Il faut également garder à l'esprit que ce tableau ne traite que des gaz à effet de serre. La hiérarchisation n'indique en rien que les actions à moindres impacts en termes de GES ne provoquent pas d'autres problèmes environnementaux (production de déchets, perturbation des écosystèmes, etc.) et sociaux.

* Les réductions d'émission de GES indiquées dans ce tableau ne seront pas nécessairement immédiates. Par exemple, de même que ne pas prendre l'avion ne provoque pas une réduction immédiate des émissions de GES (car l'avion volera de la même manière avec un passager en plus ou en moins), le fait de réduire la consommation de vidéos en ligne a un impact immédiat très faible. Ceci est dû au fait que ce n'est pas le transfert de données en lui-même qui émet des GES, mais plutôt la mise en place et la maintenance de l'infrastructure nécessaire. Cependant, les transferts de données d'aujourd'hui mèneront aux politiques industrielles futures de déploiement d'infrastructures supplémentaires à l'avenir, et donc à davantage d'émissions de GES. Ainsi, en consommant moins de données aujourd'hui, je participe à une infrastructure moins importante à l'avenir, et donc à moins d'émissions de GES. Les actions de ce type ont donc un réel impact, même s'il n'est pas immédiat.

Impact grandissant du numérique sur le climat

La part du digital dans les émissions de GES mondiales devrait croître dans les prochaines années. Il est difficile d'effectuer des prévisions précises, mais la part du numérique devrait se situer entre 6,1% *(Bordage 2019a)* et 9% *(The Shift Project 2018)* du total mondial en 2025.



Estimations de la part des émissions de CO_2e du secteur numérique dans le total mondial

Cette augmentation sera due à deux facteurs. Premièrement, la demande en services numériques devrait continuer à croître rapidement au cours des prochaines années *(cf. sous-section « Conclusion » du Chapitre 11)*. Par exemple, les émissions de GES liées à l'utilisation hors ligne de logiciels risquent d'augmenter sensiblement dans le futur avec l'accroissement drastique des données prises en compte par les algorithmes*, conséquence de l'avènement du big data*, et de la complexification des algorithmes *(Strubell et al. 2019; Villani 2018)*.

Deuxièmement, les gains en matière d'efficacité énergétique du numérique – qui signifie que la réalisation d'une même action, numérique ou autre, demande de moins en moins d'énergie au cours du temps – ont chuté ces dernières années *(Koomey 2016)*, et cette tendance devrait se poursuivre à l'avenir *(Aebischer et Hilty 2015)*.

Par conséquent, si la demande dans le secteur du numérique continue à augmenter de façon très rapide et que l'efficacité énergétique stagne, sa part dans les émissions de GES mondiales pourrait exploser à moyen ou long terme. Si tel est le cas, nous n'atteindrons pas les objectifs de réduction exprimés en début du chapitre, et l'humanité courra à la catastrophe.

Le numérique est-il compatible avec un monde bas carbone ?

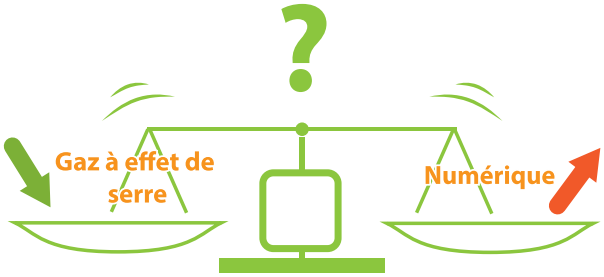
Au-delà des impacts directs du numérique, celui-ci provoque des changements dans la production et la consommation dans d'autres secteurs. Contrairement aux idées reçues, il semble que le numérique n'induise pas une baisse d'émission des GES dans le monde, mais bien une augmentation *(Lange et al. 2020; cf. Chapitre 11)*. Ce phénomène est la conséquence de l'effet rebond, expliqué en détail dans le Chapitre 11.

Ces résultats montrent donc que, dans la situation actuelle, le numérique ne participe pas à la réduction des émissions mondiales de GES. Étant donné les catastrophes annoncées par les scientifiques à cause du dérèglement climatique sans réduction drastique des GES, la conclusion de ce chapitre pourrait être qu'il faut un arrêt presque total de l'utilisation du numérique. Une telle position n'est cependant pas défendable.

Tout d'abord, il ne faut pas oublier les potentiels bénéfices du numérique dans beaucoup de domaines, tels que mentionnés dans de nombreux chapitres de cet ouvrage. Pour le cas spécifique du changement climatique, le numérique fournit lui-même une aide précieuse. La recherche en climatologie, comme la plupart des autres domaines de recherche, ne serait pas ce qu'elle est aujourd'hui sans l'utilisation du numérique sous toutes ses formes. Beaucoup d'études sur le changement climatique utilisent aujourd'hui les analyses big data et l'intelligence artificielle. Plusieurs articles mentionnés dans ce chapitre, comme Bastin et al. *(2019a)*, ont d'ailleurs utilisés ces techniques. La recherche peut aussi être utilisée pour minimiser les répercussions des crises climatiques, entre autres en prédisant davantage en amont et plus précisément les événements climatiques extrêmes *(OMM 2017)*.

Ensuite, le numérique permet d'améliorer l'efficacité énergétique. Ainsi, il peut être employé pour réduire les émissions de GES de certains secteurs (cf. Chapitres 11 et 13). L'univers numérique peut lui-même réduire son empreinte écologique, notamment par l'écoconception. En d'autres termes, les appareils devraient être conçus de manière à minimiser leurs impacts environnementaux lors de toutes les étapes de leur cycle de vie *(Bordage 2019b, pp.72-74)*. Attention cependant que l'augmentation de l'efficacité énergétique ne produise pas une hausse de la consommation et, par conséquent, de nouvelles émissions. C'est le phénomène d'effet rebond (cf. Chapitre 11 et 13). Il est néanmoins possible de le réduire en mettant en place des politiques adéquates et en changeant les mentalités au sein de la société (cf. Chapitre 11).

En conclusion, il est nécessaire d'adopter une position nuancée concernant le numérique. Peut-être ne faut-il plus parler du numérique en général, mais plutôt des services numériques, et se dire qu'il convient de choisir parmi eux, et en quelle quantité nous nous autorisons à les utiliser. Tout n'est pas blanc, tout n'est pas noir. Certaines utilisations de services numériques valent sans doute la peine, même s'ils émettent une certaine quantité de GES. D'autres pratiques, n'apportant pas suffisamment de bienfaits individuels et collectifs, pourraient par contre être limitées, remplacées par d'autres pratiques moins émettrices *(Bihouix 2014)*, voire totalement interdites. Un débat sociétal serait nécessaire pour définir les pratiques à conserver, celles à limiter et celles à bannir étant donné les limites écologiques actuelles *(Keucheyan 2019)*.



En bref !

- Le secteur du numérique représenterait en 2019 entre 2,6 et 4% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, selon les estimations. Cette proportion serait d'environ 5% pour l'Union européenne. Les émissions de ce secteur sont par ailleurs en forte croissance, et devraient atteindre entre 6 et 9% en 2025 au niveau mondial.
- Un peu moins de la moitié des émissions mondiales du numérique provient de la fabrication des équipements, et un peu plus de la moitié provient de leur utilisation.
  - ◊ Environ 80% de l'énergie utilisée pour fabriquer les équipements numériques concerne les ordinateurs, télévisions connectées et smartphones.
  - ◊ Pour les émissions côté "utilisation", elles sont dûes en partie à l'électricité nécessaire au transfert de données d'un équipement à l'autre, notamment pour le visionnage de vidéos en ligne, ainsi que l'électricité nécessaire aux terminaux pour les calculs effectués hors ligne par les programmes et logiciels informatiques.
- Le trafic mondial de données est dominé par les services de vidéo à la demande, les services « Tubes », la pornographie, le gaming, les services IPTV et les réseaux sociaux.
- Il existe de nombreuses manières de réduire ses émissions en rapport avec le numérique au niveau individuel. Parmi elles, augmenter la durée de vie des équipements en privilégiant le réemploi, la réparation et le recyclage, éviter l'usage de la 3, 4 et 5G, choisir un fournisseur d'électricité « vert », regarder moins de vidéos en ligne, utiliser de plus « petits appareils », diminuer la définition des vidéos ou encore éteindre les box Internet et télévision.
- Des actions telles que supprimer ses emails ou se désabonner de newsletters ne procurent par contre pas une diminution d'émissions très importante.
- Il ne faudrait pas tomber dans une rhétorique du type « tout est mauvais dans le numérique », car il apporte également des bénéfices sociétaux importants. Certains usages devraient toutefois être limités ou supprimés s'ils ne procurent pas des bénéfices individuels et collectifs suffisants par rapport aux gaz à effet de serre émis.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 2 : Vous avez dit écologique ?

- Activité 2 "En quête d'infos !"
- Activité 3 "Le Quizz numérique ! "

Parcours 6 : Un futur avec ou sans numérique ?

- Activité 1 "Des futurs contradictoires ?"

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 1 (U.A. 1.2., 1.3., 1.4.,1.6.), 2 (U.A. 2.1.), 3 (U.A. 3.1., 3.5.), 6 (U.A. 6.4.).

Notes

[1] Le chiffre présenté à la première ligne du Tableau 1 est une adaptation du chiffre d'Eurostat *(2020a)* par celui d'Eurostat *(2020b)*. En effet, le premier concerne les émissions de CO2e liées à la production, qui est de 8.700 kg par personne et par an. Le second adapte le premier, en prenant en compte la balance entre les importations et les exportations au sein de l'Union européenne. Puisque la région a tendance à être majoritairement importatrice, ses émissions de GES liées à la consommation sont plus importantes que celles liées à la production. Cet ajustement augmente le total de 400 kg par personne et par an, donnant au final le chiffre de 9.100 kg.

[2] La quantité de GES émise est différente selon la méthode de production d'énergie – cf. Tableau 4, page 58. Les chiffres repris dans ce tableau dépendent de nombreux paramètres dont certains sont assez difficiles à quantifier et peut-être mal pris en considération, comme cela pourrait être le cas dans la filière nucléaire *(Sovacool 2008)*. La France produisant une grande quantité de son électricité à partir du nucléaire, la phase d'utilisation du numérique y émet moins de GES que dans les autres pays. Le nucléaire génère cependant d'autres problèmes environnementaux et sociaux. Notre intention dans ce chapitre est d'être factuel quant aux émissions de GES, sans rentrer dans un débat pour ou contre le nucléaire. Ce dernier n'est pas l'objet de ce Livret.

[3] Un·e américain·e de 12 à 17 ans passait au printemps 2018 environ 5h30 à visionner du contenu de type « VoD » et « Tubes » *(Marketing Charts 2018)*. Un·e anglais·e de 12 à 15 ans passait en 2018 environ 2 heures par jour à jouer à des jeux vidéo en ligne – 3 heures pour les garçons, 1 heure pour les filles *(Ofcom 2018)*. Par ailleurs, les adolescent·e·s anglais·e·s passaient 1 heure par jour sur YouTube en 2018 *(Sky News 2018)*. Les jeunes de ces deux pays sont certainement de plus grands consommateurs de vidéos que la moyenne européenne. Étant donné la grande incertitude, un chiffre compris entre 2 et 5 heures semble approprié.

[4] Chaque recherche sur un navigateur émet au maximum quelques grammes de CO2e – les émissions sur Ecosia s'ajoutent à celles du moteur de recherche de départ. Ecosia *(2019)* plante un arbre toutes les 50 recherches. Pour une nouvelle forêt, chaque arbre représenterait une absorption de 6 à 60 kg de CO2e par an

(Wynes et Nicholas 2017). L'arbre ne va cependant pas capter du CO2e indéfiniment et, au cours de sa fin de vie, il va en réalité réémettre tout le CO2e qu'il a absorbé *(Jancovici 2007)*. Ceci ne veut pas dire que planter des arbres n'a pas d'impact puisque, dans une forêt en bonne santé, un arbre mourant est remplacé par un nouvel arbre, absorbant lui-même du CO2e. En considérant que chaque arbre de la nouvelle forêt est remplacé par un nouveau et qu'un arbre absorbe du CO2e pendant quelques décennies, alors les émissions de GES d'une recherche sur Ecosia sont largement négatives.

Bibliographie :

- *Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). 2017. Repas [En ligne]. Disponible à : www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?repas.htm [Consulté le : 3 octobre 2019].*
- *Ademe (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie). 2018. Bilan GES : Ordinateurs et équipements périphériques [En ligne]. Disponible à : https://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/documentation-gene/index/page/produits_informatiques__electr [Consulté le : 3 septembre 2020].*
- *Ademe (Agence de la transition écologique). 2020. Allonger la durée d'usage des objets : un gain pour la planète et pour le porte-monnaie [En ligne]. Disponible à : https://presse.ademe.fr/2020/06/allonger-la-duree-dusage-des-objets-un-gain-pour-la-planete-et-pour-le-porte-monnaie.html [Consulté le : 4 septembre 2020].*
- *Aebischer, B. et Hilty, L. 2015. The Energy Demand of ICT: A Historical Perspective and Current Methodological Challenges. Dans : Hilty, L. et Aebischer, B. (eds). ICT Innovations for Sustainability. Zurich : Springer, pp.71-105.*
- *AIE (Agence internationale de l'énergie). 2020. Carbon intensity of electricity generation in selected regions in the Sustainable Development Scenario, 2000-2040. Disponible à : https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/carbon-intensity-of-electricity-generation-in-selected-regions-in-the-sustainable-development-scenario-2000-2040 [Consulté le : 3 juillet 2020].*
- *Anderson, K. 2011. Professor Kevin Anderson - Climate Change: Going Beyond Dangerous [En ligne]. Londres : London School of Economics and Political Science. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=-T22A7mvJoc [Consulté le : 19 août 2019].*
- *Anderson, K. 2016. Going Beyond "Dangerous" Climate Change [En ligne]. https://www.slideshare.net/DFID/professor-kevin-anderson-climate-change-going-beyond-dangerous [Consulté le : 19 août 2019].*
- *Apple. 2019. La fiche environnementale de votre appareil [En ligne]. Disponible à : https://www.apple.com/fr/environment/reports/ [Consulté le : 3 octobre 2019].*
- *Banque Mondiale. 2012. Turn Down the Heat: Why a 4 °C Warmer World Must be Avoided. Washington. Disponible à : http://documents.worldbank.org/curated/en/865571468149107611/pdf/NonAsciiFileName0.pdf [Consulté le : 19 août 2019].*
- *Bastin, J.-F. et al. 2019a. Cities of the future : visualizing climate change to inspire action [En ligne]. Disponible à : https://crowtherlab.pageflow.io/cities-of-the-future-visualizing-climate-change-to-inspire-action#210424 [Consulté le : 6 août 2019].*
- *Bastin, J.-F. et al. 2019b. The global tree restoration potential. Science 365(6448), pp.76-79. Disponible à : https://science.sciencemag.org/content/365/6448/76.full?ijkey=OxoPlV/Tcl1Ao&keytype=ref&siteid=sci [Consulté le : 2 octobre 2019].*
- *Bihouix, P. 2014. L'âge des low tech : Vers une civilisation techniquement soutenable. Paris : Seuil.*
- *Bihouix, P. et Mauvilly, K. 2016. Le désastre de l'école numérique : plaidoyer pour une école sans écrans. Paris : Seuil.*
- *Blattberg, E. 2015. The demographics of YouTube, in 5 charts [En ligne]. Disponible à : https://digiday.com/media/demographics-youtube-5-charts/ [Consulté le : 1 octobre 2019].*
- *Bordage, F. 2015. Quelle est l'empreinte environnementale du web ? [En ligne]. Disponible à : https://www.greenit.fr/2015/05/12/quelle-est-l-empreinte-*
- *Bordage, F. 2016a. Numérique et environnement : en finir avec les idées reçues 2/3 [En ligne]. GreenIT.fr. Disponible à : https://www.greenit.fr/2016/01/28/numerique-et-environnement-en-finir-avec-les-idees-recues-2-3/ [Consulté le : 7 octobre 2019].*
- *Bordage, F. 2019a. Empreinte environnementale du numérique mondial. GreenIT.fr. Disponible à : www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf [Consulté le : 6 novembre 2019].*
- *Bordage, F. 2019b. Sobriété numérique : Les clés pour agir. Paris : Buchet-Chastel.*
- *Bordage, F. et al. 2020. Impacts environnementaux du numérique en France. Disponible à : https://www.greenit.fr/impacts-environnementaux-du-numerique-en-france/ [Consulté le : 3 juillet 2020].*
- *Commission européenne. 2019. Spring 2019 Standard Eurobarometer: Europeans upbeat about the state of the European Union – best results in 5 years [En ligne]. Disponible à : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_4969 [Consulté le : 26 novembre 2019].*
- *Convention Citoyenne pour le Climat. 2019. Socle d'information initial à destination des membres de la Convention. Disponible à : https://www.conventioncitoyennepourleclimat.fr/wp-content/uploads/2019/10/03102019-convcit-socledoc-web.pdf [Consulté le : 28 octobre 2019].*
- *Dell. 2019. Select Product Carbon Footprint Assessments [En ligne]. Disponible à : www.dell.com/learn/us/en/uscorp1/corp-comm/environment_carbon_footprint_products?c=us&l=en&s=corp&cs=uscorp1 [Consulté le : 3 octobre 2019].*
- *Digiconomist. 2019a. Bitcoin Energy Consumption Index [En ligne]. Disponible à : https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption [Consulté le : 9 octobre 2019].*
- *Digiconomist. 2019b. Ethereum Energy Consumption Index (beta) [En ligne]. Disponible à : https://digiconomist.net/ethereum-energy-consumption [Consulté le : 9 octobre 2019].*
- *Dunlop, I. et Spratt, D. 2017. Disaster alley : Climate change conflict & risk. Melbourne : Breakthrough - National Centre for Climate Restoration. Disponible à : https://docs.wixstatic.com/ugd/148cb0_8c0b021047fe406dbfa2851ea131a146.pdf [Consulté le : 19 août 2019].*
- *Dunlop, I. et Spratt, D. 2018. What lies beneath: The understatement of existential climate risks. Melbourne : Breakthrough - National Centre for Climate Restoration. Disponible à : https://docs.wixstatic.com/ugd/148cb0_a0d7c18a1bf64e698a9c8c8f18a42889.pdf [Consulté le : 9 août 2019].*
- *Earth Overshoot Day. 2019. The carbon Footprint makes up 60% of humanity's Ecological Footprint [En ligne]. Disponible à : https://www.overshootday.org/solutions/energy/ [Consulté le : 23 septembre 2019].*
- *Écoconso. 2019a. Climat : Arrête d'en faire des tonnes ! [En ligne]. Disponible à : www.ecoconso.be/climat?fbclid=IwAR0pKe9YqRmsUZPhMkQGx3O7TkskMNn7yyCHv5zr4j1hl3TAAN1qQGK5f9U [Consulté le : 3 octobre 2019].*
- *Écoconso. 2019b. Diminuer l'impact du numérique sur le climat [En ligne]. Disponible à : www.ecoconso.be/fr/content/diminuer-limpact-du-numerique-sur-le-climat [Consulté le : 7 octobre 2019].*
- *Ecosia. 2019. How does Ecosia neutralize a search's CO2 emissions? [En ligne]. Disponible à : https://ecosia.zendesk.com/hc/en-us/articles/201531072-How-does-Ecosia-neutralize-a-search-s-CO2-emissions- [Consulté le : 2 octobre 2019].*
- *Eurostat. 2020a. Greenhouse gas emissions per capita [En ligne]. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_rd300/default/table?lang=en [Consulté le : 23 juin 2020].*
- *Eurostat. 2020b. Greenhouse gas emission statistics - carbon footprints [En ligne]. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emission_statistics_-_carbon_footprints [Consulté le : 23 juin 2020].*
- *FridaysForFuture. 2019. About #FridaysForFuture [En ligne]. Disponible à : https://www.fridaysforfuture.org/about [Consulté le : 7 novembre 2019].*
- *Gagnon, L. et al. 2002. Life-cycle assessment of electricity generation options : The status of research in year 2001. Energy Policy 30(14), pp.1267-1278.*
- *GIEC (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2014. Annex III: Technology-specific Cost and Performance Parameters. Disponible à : www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf [Consulté le : 7 octobre 2019].*
- *GIEC (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible à : https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/ [Consulté le : 4 septembre 2020].*
- *GIEC (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2019. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate: Summary for Policymakers. Monaco. Disponible à : https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC_SPM_Approved.pdf [Consulté le : 25 septembre 2019].*
- *Giraud, G. 2019. Gaël Giraud : Tsunami financier, désastre humanitaire ? [EN DIRECT] [En ligne]. Thinkerview. Disponible à : www.youtube.com/watch?v=2oFARgqG0NA [Consulté le : 12 août 2019].*
- *Google. 2019. Paramètres d'encodage recommandés pour la mise en ligne [En ligne]. https://support.google.com/youtube/answer/1722171?hl=fr [Consulté le : 7 octobre 2019].*
- *Grasset, L. 2019. Les (bonnes ?) surprises du changement climatique - DBY #59 [En ligne]. DirtyBiology. Disponible à : www.youtube.com/watch?v=rl3KKm1Hskk [Consulté le : 19 août 2019].*
- *Greenpeace Belgique. 2020. Classement des fournisseurs [En ligne]. Disponible à : https://monelectriciteverte.be/#ranking [Consulté le : 3 septembre 2020].*
- *Greenpeace France. 2020. Écolo Watt – Comparatif écolo des fournisseurs d'électricité [En ligne]. Disponible à : https://www.greenpeace.fr/ecolo-watt-comparatif-ecolo-fournisseurs-delectricite/ [Consulté le : 9 septembre 2020].*
- *Grijpink, F. et al. 2018.The road to 5G: the inevitable growth of infrastructure cost [En ligne]. Mckinsey & Company. Disponible à : www.mckinsey.com/industries/telecommunications/our-insights/the-road-to-5g-the-inevitable-growth-of-infrastructure-cost [Consulté le : 9 octobre 2019].*
- *Guilyardi, E. et al. 2019. Rapport spécial du GIEC "réchauffement à 1.5°C" - Résumé à destination des enseignants. Paris : Office for Climate Education. Disponible à : www.oce.global/fr/resources/climate-science/ST1.5-FR [Consulté le : 6 août 2019].*
- *Jancovici, J.-M. 2007. Ne suffit-il pas de planter des arbres pour compenser les émissions ? [En ligne]. Disponible à : https://jancovici.com/changement-climatique/gaz-a-effet-de-serre-et-cycle-du-carbone/ne-suffit-il-pas-de-planter-des-arbres-pour-compenser-les-emissions/ [Consulté le : 2 octobre 2019].*
- *Hofste, R. et al. 2019. 17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress [En ligne]. World Resource Institute. Disponible à : www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress [Consulté le : 19 août 2019].*

• Ingrand, C. Le bilan carbone de la vidéo en ligne est-il vraiment "insoutenable" ? On a décortiqué les chiffres de l'étude polémique [En ligne]. LCI. Disponible à : www.lci.fr/high-tech/le-bilan-carbone-de-la-video-en-ligne-est-il-vraiment-insoutenable-on-a-decortique-les-chiffres-de-l-etude-polemique-the-shift-project-2136245.html [Consulté le : 26 novembre 2019].

• Jackson, T. 2017. Prosperity Without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow. 2e ed. Londres : Routledge.

• Kamiya, G. 2020. The carbon footprint of streaming video: fact-checking the headlines [En ligne]. Agence internationale de l'énergie. Disponible à : https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines [Consulté le : 22 juin 2020].

• Keucheyan, R. 2019. Les besoins artificiels : Comment sortir du consumérisme. Paris : La Découverte.

• Koomey, J. 2016. Our latest on energy efficiency of computing over time, now out in Electronic Design [En ligne]. Disponible à : www.koomey.com/post/153838038643 [Consulté le : 30 septembre 2019].

• Lange, S. et al. 2020. Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? Ecological Economics 176, 106760.

• LuceGas, Classifica dei fornitori [En ligne]. Disponible à : https://luce-gas.it/fornitori/energia-elettrica [Consulté le : 17 septembre 2020].

• Marketing Charts. 2018. Teens Estimate Spending Just 20% of Their Daily Video Time With Cable TV [En ligne]. Disponible à : www.marketingcharts.com/digital/video-83074 [Consulté le : 8 octobre 2019].

• Mouv'. 2018. IPTV : comment ça marche ? [En ligne]. Disponible à : https://www.youtube.com/watch?v=9V7vBWy9xpM [Consulté le : 4 février 2020].

• Nicolle, J. 2019. Dans : Ingrand, C. Le bilan carbone de la vidéo en ligne est-il vraiment "insoutenable" ? On a décortiqué les chiffres de l'étude polémique [En ligne]. LCI. Disponible à : www.lci.fr/high-tech/le-bilan-carbone-de-la-video-en-ligne-est-il-vraiment-insoutenable-on-a-decortique-les-chiffres-de-l-etude-polemique-the-shift-project-2136245.html [Consulté le : 26 novembre 2019].

• Ofcom. 2018. Children and parents: Media use and attitudes report 2018. Londres. Disponible à : www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0024/134907/children-and-parents-media-use-and-attitudes-2018.pdf [Consulté le : 1 octobre 2019].

• Ofcom. 2019. Adults: Media use and attitudes report 2019. Londres. Disponible à : www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/149124/adults-media-use-and-attitudes-report.pdf [Consulté le : 1 octobre 2019].

• OMM (Organisation météorologique mondiale). 2017. ICTs in Weather, Climate & Water: Contributions towards Advancing Global Development and the SDGs. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.102-106. Disponible à : www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 7 octobre 2019].

• OMM (Organisation météorologique mondiale) et al. 2019. United In Science: High-level synthesis report of latest climate science information convened by the Science Advisory Group of the UN Climate Action Summit 2019. Disponible à : https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30023/climsci.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consulté le : 23 septembre 2019].

• ONU. 2019a. Climate Action Summit : Opening press release. Disponible à : www.un.org/en/climatechange/assets/pdf/CAS_main_release.pdf [Consulté le : 25 septembre 2019].

• ONU. 2019b. Climate Action Summit : Closing press release. Disponible à : www.un.org/en/climatechange/assets/pdf/CAS_closing_release.pdf [Consulté le : 25 septembre 2019].

• ONU. 2019c. Youth leaders vow continued pressure on governments and business for urgent action to address climate emergency at UN Youth Climate Summit [En ligne]. Disponible à www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/09/youth-climate-summit/ [Consulté le : 25 septembre 2019].

• Pal, J. et Eltahir, E. 2016. Future temperature in southwest Asia projected to exceed a threshold for human adaptability. Nature Climate Change 6, pp.197-200.

• Parlement européen. 2017. Briefing: CO2 emissions from aviation. Disponible à : www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/603925/EPRS_BRI(2017)603925_EN.pdf [Consulté le : 25 septembre 2019].

• Preist, C. et Schien, D. 2018. Dans : BBC News. Climate change: Is your Netflix habit bad for the environment? [En ligne]. Disponible à : www.bbc.com/news/technology-45798523 [Consulté le : 3 octobre 2019].

• Preist, C. et al. 2019. Evaluating Sustainable Interaction Design of Digital Services: The Case of YouTube. Proceedings of CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Proceedings. Glasgow.

• Ravijen. 2018. L'empreinte carbone des français, un sujet tabou ? [En ligne]. Disponible à : ravijen.fr/?p=440&fbclid=IwAR303O5XRz_LPh5lwxrD_TU-ly18nGL3kn-6okFzOYsEXwpB6ZvgNFbIvDbc [Consulté le : 25 septembre 2019].

• Rockström, J. et al. 2017. A roadmap for rapid decarbonization. Science 355(6331), pp.1269-1271. Disponible à : www.rescuethatfrog.com/wp-content/uploads/2017/03/Rockstrom-et-al-2017.pdf [Consulté le : 10 octobre 2019].

• Sachs, J. 2019. Europa als Vorbild in der Klimafrage [En ligne]. Wiener Zeitung. Disponible à : www.wienerzeitung.at/nachrichten/politik/welt/2024164-Europa-als-Vorbild-in-der-Klimafrage.html?em_no_split=1 [Consulté le : 25 septembre 2019].

• Sandvine. 2018. The Global Internet: Phenomena Report: October 2018. Disponible à : www.sandvine.com/hubfs/downloads/phenomena/2018-phenomena-report.pdf [Consulté le : 1 octobre 2019].

• Sandvine. 2019. The Global Internet: Phenomena Report: Septembre 2019. Disponible à : www.sandvine.com/hubfs/Sandvine_Redesign_2019/Downloads/Internet%20Phenomena/Internet%20Phenomena%20Report%20Q32019%2020190910.pdf [Consulté le : 1 octobre 2019].

• Saversi, A. 2016. The Paris Agreement: a new beginning? Journal of Energy and Natural Resource Law 34(1), pp.16-26.

• Servigne, P. et Stevens, R. 2015. Comment tout peut s'effondrer : petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes. Paris : Seuil.

• SimilarWeb. 2020. Classement des sites les plus populaires [En ligne]. Disponible à : https://www.similarweb.com/fr/top-websites/ [Consulté le : 2 septembre 2020].

• Sovacool, B. 2008. Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey. Energy Policy 36, pp. 2940-2953.

• Strubell, E. et al. 2019. Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. arXiv:1906.02243v1.

• Sky News. 2018. Teenagers watching an hour of YouTube every day [En ligne]. Disponible à : https://news.sky.com/story/teenagers-watching-an-hour-of-youtube-every-day-11440450 [Consulté le : 8 octobre 2019].

• Smart Generation. 2016. Smartphone, yes we learn!: Analisi del fabbisogno formativo digitale: Allegato statistico.

• Statista. 2019. Comparaison par âge du nombre d'heures passées sur Internet par semaine en France en 2018* [En ligne]. Disponible à : https://fr.statista.com/statistiques/472593/temps-passe-en-ligne-par-semaine-age-france/ [Consulté le : 1 octobre 2019].

• Steffen, W. et al. 2018.Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. Science 347(6223), 1259855. Disponible à : www.pnas.org/content/115/33/8252 [consulté le : 7 août 2019].

• Stoll, C. et al. 2019. The Carbon Footprint of Bitcoin. Joule 3(7), pp.1647-1661.

• TeleGeography. 2019. Submarine Cable Frequently Asked Questions [En ligne]. Disponible à : www2.telegeography.com/submarine-cable-faqs-frequently-asked-questions [Consulté le : 3 octobre 2019].

• The Shift Project. 2018. Lean ICT : Pour une sobriété numérique. Disponible à : https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf [Consulté le : 26 septembre 2019].

• The Shift Project. 2019a. Climat : l'insoutenable usage des vidéos en ligne. Disponible à : https://theshiftproject.org/article/climat-insoutenable-usage-video/ [Consulté le : 26 septembre 2019].

• The Shift Project. 2019b. Internet Video Traffic by use. Disponible à : https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/Video-Materials-Internet-Video-Traffic-by-usage-2019.xlsx [Consulté le : 1 octobre 2019].

• The Shift Project. 2020. The Shift Project a-t-il vraiment surestimé l'empreinte carbone de la vidéo ? Notre analyse des articles de l'Agence internationale de l'énergie et de CarbonBrief. Disponible à : https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2020/06/2020-06_TSP-a-t-il-surestime%C3%A9-lempreinte-carbone-de-la-vid%C3%A9o-en-ligne_FR.pdf [Consulté le : 23 juin 2020].

• Ülker, D. et al. 2018. Socio-economic impacts in a Changing Climate: Case Study Syria. International Journal of Environment and Geoinformatics 5(1), pp. 84-93.

• Westcott, K. 2018. Digital media segments: Looking beyond generations [En ligne]. Deloitte. Disponible à : www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/telecommunications/media-consumption-behavior-across-generations.html#endnote-sup-24 [Consulté le : 1 octobre 2019].

• Wynes, S. et Nicholas, K. 2017. The climate mitigation gap: education and government recommendations miss the most effective individual actions. Environmental Research Letters 12. Disponible à : https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa7541/meta [Consulté le : 2 octobre 2019].

11. CONSOMMATION ET PRODUCTION RESPONSABLES

© Joakim Jardenberg-CC BY 2.0

CHAPITRE 11: CONSOMMATION ET PRODUCTION RESPONSABLES

Pourquoi est-ce important ?

Dans le but de pouvoir pérenniser les sociétés humaines et sauvegarder les écosystèmes, il est primordial de produire et de consommer de telle manière que l'environnement puisse se régénérer. Or, pour le moment, nous produisons davantage que ce que la planète ne peut supporter sur le long terme. En effet, en 2019, l'humanité avait besoin de l'équivalent de 1,7 fois ce que la Terre était capable de fournir à long terme (Global Footprint Network 2019). Les sociétés humaines vivent donc à crédit. Elles en subissent déjà les conséquences aujourd'hui, et les subiront davantage à l'avenir.

Pour illustrer le caractère non durable de la production et de la consommation mondiale, plusieurs ressources naturelles non renouvelables sont tellement utilisées – aujourd'hui, une personne d'un pays riche consomme environ 27 tonnes de matières premières par an (ONU 2019a) – qu'il existe un risque élevé que certaines soient épuisées dans quelques dizaines d'années. Ainsi, si la production mondiale d'énergie continue au rythme actuel, les réserves combinées de charbon, pétrole, nucléaire et gaz naturels seront épuisées dans 91 ans. Or, la production d'énergie continue d'augmenter (BP 2019). Par ailleurs, une dizaine de métaux seront épuisés dans une ou deux générations si nous continuons sur le même rythme d'extraction (USGS 2019), et ce nombre monte à une vingtaine si la croissance de la production de ces métaux continue au rythme actuel (Geldron 2018, p.9).*

En réalité, l'humain a tellement modifié l'environnement que les géologues considèrent que la Terre est entrée dans une nouvelle ère géologique, appelée Anthropocène. Cette ère est parfois appelée Capitalocène ou Technocène en référence aux rôles majeurs joués par le capitalisme et les technologies dans la transformation de la nature (Hamilton 2019).

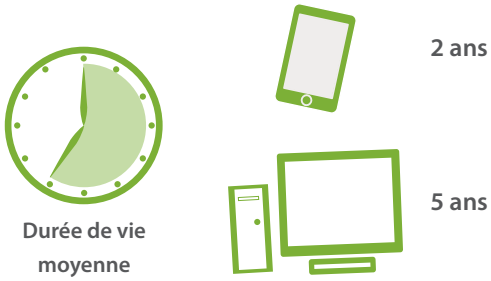
Pour limiter au maximum l'impact à long terme sur les populations, il faut ramener la production et la consommation à des niveaux permettant à la Terre de se régénérer. Trois leviers, interconnectés les uns aux autres (Kallis 2019), sont généralement considérés pour y parvenir (O'Neill et al. 2004). Le premier concerne les techniques, qui jouent sur la quantité de ressources nécessaires à la réalisation d'une action – on parle dans ce cas de modification de l'efficacité ou de l'efficience. Le deuxième levier concerne la consommation mondiale. Le troisième concerne le nombre d'humains sur la planète, qui continue d'augmenter (ONU 2019c).

La production et la consommation durables sont définies comme la production et l'utilisation de biens et services qui répondent aux besoins de base et amènent une meilleure qualité de vie, tout en minimisant l'utilisation de ressources naturelles, de matériaux toxiques et les émissions de déchets et de polluants au long du cycle de vie, dans le but de ne pas compromettre les besoins des générations futures (Symposium sur la consommation durable 1994). D'une manière plus générale, chaque humain est un consommateur/trice et il ou elle a le pouvoir, par sa décision d'acheter ou non tel bien ou service, de participer aux changements sociétaux. Des choix de consommations conscients et informés des impacts, tant environnementaux, sociaux, éthiques qu'économiques peuvent avoir un impact positif. Les individus font d'ailleurs de plus en plus attention à ce qu'ils achètent (Région de Vénétie 2011; Ipsos 2016). Ils deviennent alors des consom'acteurs/trices (emarketing 2019). Des initiatives telles que "Saturdays for future" en Italie tendent à ce type de pratiques (ASviS 2019).

Toutefois, il ne faut pas oublier le rôle primordial que peut et doit jouer le collectif, et notamment les autorités, pour aider les consommateurs/trices à réduire leur empreinte écologique (Convention Citoyenne pour le Climat 2019, p.33). Les entreprises ont également un rôle à jouer si elles se décident à agir pour créer un monde réellement durable (ONU 2019b). L'écoconception des produits (Van der Ryn et Cowan 2007; Bordage 2019, pp. 72-74) et le partage de bonnes pratiques (NEXT 2019) sont deux manières d'aller dans la bonne direction.

Obsolescence programmée

Un premier aspect important lié à la production et consommation durables concerne le remplacement très rapide des objets numériques. Ainsi, un smartphone était utilisé un peu moins de 2 ans en 2016 *(Jenik 2017)*, et un ordinateur environ 5 ans en 2018 *(Bordage 2018)*. Ce phénomène est conséquence de l'obsolescence, très présente dans le numérique. Nous la définissons comme la dépréciation de la valeur d'un produit, menant au final à son remplacement alors que toutes ses composantes, ou la plupart d'entre elles, sont encore en parfait état de fonctionnement.



L'obsolescence est importante pour les entreprises du numérique. En effet, sans elle, ces dernières n'arriveraient plus à vendre autant d'appareils, et ne seraient alors plus nécessairement viables économiquement sous leur modèle d'affaire actuel. D'une certaine manière, le système économique actuel dépend également de l'obsolescence puisqu'il est dépendant de la croissance économique, et donc de la consommation de biens et services *(EcoInfo 2013; Jackson 2017)*.

Le phénomène d'obsolescence est en partie la conséquence des avancées technologiques très rapides dans ce domaine. Le nombre de fonctionnalités des appareils augmente, ainsi que leurs performances. L'achat d'un nouvel appareil peut donc être utile *(Remy et Huang 2015)*, et l'ancien devient « obsolète ». Cependant, quand les améliorations techniques apportées par les nouveaux appareils ne sont pas suffisantes pour pousser les individus à l'achat, les fabricants peuvent être tentés d'effectuer de l'obsolescence programmée. Cette dernière fait référence aux techniques mises en place pour accélérer la dépréciation de la va-

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

leur d'un produit, menant ainsi plus rapidement à son replacement.

Obsolescence technique :

Il existe plusieurs types d'obsolescence. Parmi elles, l'obsolescence technique ou fonctionnelle. Elle concerne les procédés visant à rendre la réparation difficile ou très onéreuse, voire même impossible. Devant la tâche à accomplir ou le coût demandé, les individus sont alors tentés d'acheter un nouvel appareil.

L'obsolescence technique se matérialise de plusieurs façons. Tout d'abord, le fabricant peut faire en sorte que les pièces n'aient pas une longue durée de vie. Ensuite, il peut rendre difficile ou impossible le remplacement des pièces. De plus, il peut fournir un service de remplacement de pièces peu efficace et onéreux. Enfin, il peut tenter d'éviter le recours à un·e réparateur/trice indépendant·e, qui pourrait fournir un service plus performant, plus rapide et/ou meilleur marché *(EcoInfo 2013; Cash Investigation 2012)*.

Un exemple reprenant plusieurs de ces caractéristiques concerne les batteries des appareils numériques. Elles constituent l'un des éléments tombant le plus souvent en panne *(Maliverney 2018)*. Or, les constructeurs produisent des appareils dont les batteries sont difficiles, voire impossibles, à remplacer. Cette pratique a été lancée par Apple dès la première version de l'iPod, dont la batterie avait une durée de vie estimée à 18 mois tout en n'étant pas remplaçable *(EcoInfo 2013)*. Cette pratique s'est répandue à tel point que, sur 13 smartphones testés par Greenpeace *(2017, p.9)*, la batterie était facilement remplaçable pour seulement 2 d'entre eux.

Batterie fichue et non démontable, exemple d'une obsolescence technique

Certains constructeurs sont allés un cran plus loin depuis quelques années. Pour éviter le recours à des réparateur/trices indépendant·e·s, ils ont implanté dans leurs nouveaux équipements une puce. Celle-ci va tout d'abord repérer si une batterie d'une autre marque que celle du constructeur – ces dernières étant généralement deux fois moins chères – est utilisée. Si tel est le cas, la puce empêche la recharge. Le terminal est donc rendu inutilisable *(Maliverney 2018)*.

Obsolescence logicielle :

Les fabricants peuvent également jouer sur les mises à jour pour programmer l'obsolescence – on parle généralement d'obsolescence logicielle. En effet, les mises à jour de tous types sont de plus en plus gourmandes pour les appareils qui, eux, n'ont pas amélioré leurs performances. Cette pratique ralentit les appareils, pouvant conduire à les rendre inutilisables et conduisant à leur remplacement *(Bordage 2018)*. Les développeurs/euses de logiciels ne cherchent d'ailleurs pas nécessairement à rendre les logiciels moins volumineux *(Roussilhe 2018)*. De plus, les mises à jour sont généralement fortement recommandées par les fabricants, parfois obligatoires, et certaines sont même effectuées sans le consentement de la personne *(Bordage 2018)*. D'un autre côté, ne pas effectuer de mise à jour conduit à l'obsolescence prématurée de l'équipement étant donné que l'utilisateur/rice s'expose à des dysfonctionnements et à des failles de sécurité.

Ralentissement suite à une mise à jour, exemple d'obsolescence logicielle

Un exemple extrême est celui de la mise à jour du système d'exploitation sur le Samsung Galaxy Note 4, forçant les utilisateurs/trices à migrer vers une version bien plus gourmande. Le ralentissement provoqué fut tel que les appareils sont devenus inutilisables pour de nombreuses personnes *(Bordage 2018)*. Dans le même registre, Apple a effectué fin 2017 une mise à jour du système d'exploitation qui réduisait intentionnellement les performances des anciennes versions de l'iPhone, les rendant très lents à l'utilisation. Après découverte de la manœuvre, l'entreprise a avoué les faits et s'est excusée. Elle a prétexté que la mesure avait pour but de rallonger la durée de vie des batteries. Cette affaire fut appelée « BatteryGate » *(Brown 2017)*.

Un autre exemple d'obsolescence logicielle concerne Microsoft et l'arrêt de mise à jour de ses anciens systèmes d'exploitation Windows, forçant les utilisateurs à migrer vers de nouvelles versions plus gourmandes et difficiles à supporter pour d'anciens ordinateurs. La fin des mises à jour de Windows 7 a eu lieu en janvier 2020. Microsoft *(2019)* déclarait à ce propos : « Même si vous pouvez continuer à utiliser votre PC avec Windows 7, sans recevoir de mises à jour logicielles et de sécurité continues, il sera plus vulnérable aux virus et aux logiciels malveillants. À l'avenir, la meilleure façon d'être en sécurité est sous Windows 10. La meilleure expérience Windows 10 s'obtient avec un PC neuf. Même s'il est possible d'installer Windows 10 sur votre ancien appareil, cela n'est pas recommandé. » Microsoft, par cette mesure, pousse donc à l'achat d'un nouvel ordinateur même quand l'ancien fonctionne encoreparfaitement.

Que signifie la fin du support ?

À compter du 14 janvier 2020, votre ordinateur sous Windows 7 fonctionnera toujours, mais Microsoft ne fournira plus les services suivants :

- Support technique pour tous les problèmes
- Mises à jour logicielles
- Mises à jour ou correctifs de sécurité

Même si vous pouvez continuer à utiliser votre PC avec Windows 7, sans recevoir de mises à jour logicielles et de sécurité continues, il sera plus vulnérable aux virus et aux logiciels malveillants. À l'avenir, la meilleure façon d'être en sécurité est sous Windows 10. La meilleure expérience Windows 10 s'obtient avec un PC neuf. Même s'il est possible d'installer Windows 10 sur votre ancien appareil, cela n'est pas recommandé.

Capture d'écran du site Internet Microsoft (2019).
"La meilleure expérience Windows 10 s'obtient avec un PC neuf."

Obsolescence psychologique :

Malgré les types d'obsolescences mentionnés plus haut, beaucoup d'appareils sont remplacés alors qu'ils sont encore utilisables. Pour les smartphones, cela représente plus de la moitié des cas *(Mitchell 2017)*. Bien que les avancées technologiques peuvent dans certains cas rendre utile l'achat d'un nouvel appareil, celui-ci sert souvent à assouvir une envie de nouveauté ou pour augmenter son statut social *(Jackson 2017, pp.148-152; cf. Chapitre 7)*. Les fabricants l'ont bien compris et mettent en place des techniques marketing donnant envie aux utilisateurs d'acheter de nouveaux appareils *(EcoInfo 2013)*. Parmi ces pratiques, nous pouvons mentionner celles des opérateurs téléphoniques qui offrent un nouvel appareil à un prix très faible – souvent 1 euro – contre un réengagement de longue durée avec eux *(Bordage 2019b)*.

Le marketing, un moyen de pousser les gens à acheter un nouveau modèle

Les entreprises, par ce biais, cherchent à donner aux individus l'impression qu'ils ont besoin du nouvel appareil ou de cette nouvelle fonctionnalité même quand le gain ne donne pas lieu à des formes de satisfactions durables *(Keucheyan 2019)*. Cela mène ainsi à l'achat de gadgets et au consumérisme, phénomène très présent dans nos sociétés *(Jackson 2017; Keucheyan 2019)*. Par exemple, est-il réellement utile de changer de smartphone même quand il fonctionne toujours ? L'entreprise cherchera à nous en convaincre.

Comment agir ? :

Puisque l'obsolescence programmée pousse à une consommation qui n'est pas nécessaire alors même que les problèmes environnementaux croissent à cause de cette consommation, elle ne participe pas à rendre durables et responsables la production et la consommation. Il est donc primordial de réduire ce phénomène autant que possible. Par exemple, une augmentation de 30% de la durée de vie des équipements utilisateurs/trices réduirait de 17% l'utilisation d'énergie du secteur du numérique, de 24% l'utilisation d'eau et de 21% le potentiel d'épuisement des ressources *(Bordage 2019b, p.33)*. Plusieurs leviers d'action sont disponibles pour agir.

- **Levier politique**

Le premier concerne les pouvoirs politiques. Augmenter la durée de garantie minimale, obliger les constructeurs à différencier les mises à jour selon leur nécessité, à fournir des services après-vente de qualité ainsi que des téléphones dont les pièces sont facilement remplaçables sont des mesures qui permettraient de réduire drastiquement l'obsolescence technique. Encourager les constructeurs à ne pas fournir de mises à jour trop gourmandes pourrait réduire l'obsolescence logicielle. Restreindre la publicité ou des pratiques marketing trop incitatives, pourrait réduire l'obsolescence psychologique *(Meunier 2018; Anastasio 2019)*. Cinquante mesures politiques ont par exemple été proposées par Halte à l'Obsolescence Programmée *(Vasseur et al. 2019)*.

Sanctionner les fabricants pratiquant de l'obsolescence programmée est aussi une manière de réduire le phénomène. Démontrer qu'un constructeur a intentionnellement programmé l'obsolescence est une tâche très ardue. Par exemple, dans le cas de l'obsolescence logicielle concernant Windows 7, Microsoft cherche à réduire ses coûts, et il est difficile de prouver que l'entreprise a sciemment cherché à provoquer le remplacement des ordinateurs. Il n'est cependant pas impossible de condamner des entreprises pour des actes d'obsolescence programmée. En 2018, l'autorité italienne pour la concurrence a condamné Apple et Samsung concernant les cas de ralentissement des téléphones évoqués plus haut *(Bordage 2018)*. Des procédures judiciaires ont été lancées dans d'autres pays, et pourraient également mener à des condamnations *(Vasseur 2018)*.

- **Levier individuel**

Le second levier se trouve au niveau des individus. Ceux-ci, par leurs choix – ou non – de consommation, influent sur la durée de vie et d'utilisation des appareils et peuvent pousser les fabricants à produire des appareils et services numériques plus durables et responsables. Privilégier la réparation au lieu d'acheter un nouvel appareil fait partie des pratiques durables et responsables *(Bordage 2019a)*. Des guides de réparation gratuits sont disponibles sur Internet *(iFixit 2019)*. L'achat

d'appareils reconditionnés est également une bonne pratique *(ADEME 2020)*. Ne pas effectuer toutes les mises à jour évolutives, c'est-à-dire celles n'ayant pas trait à la sécurité, est une autre pratique durable. Si l'achat d'un nouvel appareil est nécessaire, il vaut mieux privilégier l'achat d'un terminal facilement réparable (voir BOX). Mais, d'une manière générale, la question suivante devrait toujours se poser : l'achat d'un nouvel appareil est-il nécessaire, ou répond-il simplement à une envie, un besoin artificiel ?

Les individus peuvent également se regrouper en association de consommateurs/trices pour faire entendre leur voix, ou partager des bonnes pratiques. C'est le cas en France de l'association Halte à l'Obsolescence Programmée (HOP), qui regroupait 35.000 citoyen·ne·s en 2018 *(Vasseur 2018)*. Elle organise des recours en justice contre des fabricants, et fournit des conseils en matière d'achat et d'utilisation durable du numérique *(HOP 2019)*.

Plusieurs entreprises ont mis au point des appareils dont les pièces sont facilement remplaçables, même pour les particuliers. Nous pouvons citer les smarphones Fairphone (Fairphone 2019) et Shiftphone (Galán Herranz 2017), ainsi que les ordinateurs why! (why! 2019).

Fairphone, une alternative plus éthique.
© Fairphone - CC BY-SA 2.0

Promesses du numérique

Le numérique est, depuis sa création, vu comme un moyen de réduire l'empreinte environnementale de l'activité humaine. Il permettrait d'augmenter l'efficacité ou l'efficience – les deux termes sont utilisés en français bien que le terme efficience soit plus correct. Par exemple, le numérique permettrait d'imprimer moins de papier, de moins devoir se déplacer pour le travail, pour récupérer une information ou pour faire des achats *(Bihouix et Mauvilly 2016)*.

Ce sentiment du numérique comme une aide pour réduire l'empreinte environnementale des individus est toujours présente aujourd'hui. Des chiffres sont même avancés par certains, dont GeSI. D'après ce lobby européen représentant les intérêts d'entreprises du numérique, une digitalisation massive permettrait, d'ici 2030, de réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre, de 15 % la consommation d'eau et de 20% les déchets alimentaires, tout en préservant de manière plus efficace les écosystèmes terrestres et marins *(GeSI et Accenture 2017)*. Ainsi, bien que ces chiffres aient été fortement remis en question pour se baser sur des hypothèses trop simplistes et optimistes *(Bieser et Hilty 2018)*, de nombreux acteurs/rices institutionnel·le·s mettent en avant les possibilités offertes par le numérique *(Parlement européen 2010; Figueres 2015; Biggs 2017)*.

Plusieurs technologies numériques ont en effet du potentiel. D'une manière générale, il s'agit d'utiliser le numérique pour récolter, via des capteurs*, une multitude d'informations. Elles sont alors traitées par des systèmes d'analyse de type big data*, parfois à l'aide d'intelligences artificielles* (IA), dans le but d'optimiser la quantité de ressources nécessaires à la réalisation d'une action, et ainsi d'augmenter l'efficience.

Ce procédé peut s'appliquer à plus ou moins tous les aspects de la vie. Les actions réalisées à l'aide de cette pratique sont appelées « intelligentes », ou « smart ». Ainsi, le smart farming applique ce principe en agriculture (cf. Chapitre 6), la smart mobility et la smart logistics l'applique dans le transport des personnes et des marchandises, tandis que le smart building ou smart home l'appliquent au niveau de la consommation de ressource des bâtiments (cf. Chapitre 13). Deux applications prometteuses du numérique en termes de production et consommation durables sont présentées ci-dessous : le smart energy et le smart manufacturing. Il en existe cependant bien d'autres *(Rolnick et al. 2019)*.

- **Smart energy**

Il est toujours, à l'heure actuelle, très difficile de stocker l'électricité. Ainsi, si une trop grande quantité est produite à un moment donné, celle-ci sera partiellement perdue *(Slaughter 2015)*. Par ailleurs, durant les pics de demande en électricité, il est parfois nécessaire d'allumer des centrales supplémentaires souvent très polluantes – si elles sont au charbon, par exemple. Ces centrales doivent également être gardées en état dans l'éventualité d'un pic de demande, ce qui a un coût énergétique important. Il est donc primordial de faire coïncider au maximum la production d'électricité avec la demande. Or, cette action est extrêmement compliquée, car il est difficile de prédire la demande d'électricité à chaque moment de la journée. Installer des compteurs électriques « intelligents », ou smart meter, peut en partie régler ce problème.

Premièrement, puisque celui-ci envoie des informations sur la consommation une fois par heure au gérant du réseau électrique, il est plus facile de prédire la demande *(Commission européenne 2019)*. Deuxièmement, ce type de système pourrait à terme permettre de payer l'électricité à un coût plus élevé pendant un pic de demande, ce qui pousserait les utilisateurs/trices à attendre avant de consommer. Ainsi, plus besoin d'allumer et de garder en état des centrales polluantes. Troisièmement, l'arrivée des appareils connectés dans les maisons pourrait permettre d'affiner davantage les prévisions de la demande si des données* de consommation sont envoyées au gérant du réseau électrique.

Ce type de mesures pose cependant des questions quant à la protection des données personnelles *(AIE et OCDE 2017)* et de justice sociale si des personnes appauvries ne peuvent éviter de devoir consommer de l'électricité en heure de pointe.

Un compteur électrique intelligent, ou smart meter.
© CC BY-SA 3.0 - EVB Energy

Par ailleurs, il est extrêmement difficile de gérer le réseau électrique. Il existe de nombreux sites de production, dont les panneaux solaires des particuliers, ainsi que des milliards de sources de consommation potentielles. Sans compter que chaque moyen de production, de distribution et de stockage a un impact environnemental différent. La gestion globale du réseau dans le but de réduire au maximum les pertes d'énergie est donc une mission pharaonique. Le numérique peut aider dans cette tâche. En effet, les IA*, dotées de puissance de calculs et de mémoires bien supérieures aux humains, pourraient aider à gérer le réseau de manière plus optimale. Ainsi, l'utilisation de technologies informatiques pour optimiser la production, la distribution et le stockage d'énergie donne naissance à un nouveau type de réseau, que l'on dit intelligent. On parle également de smart grid *(GeSI et Accenture 2015)*. À noter que ce genre de système peut également être adopté pour la distribution du gaz et de l'eau *(Commission européenne 2019; GeSI et Accenture 2017)*.

Il est estimé que l'utilisation de l'ensemble des technologies du smart energy pourrait réduire de 9% la production d'électricité pour la même demande *(Commission européenne 2019)*.

Le smart grid peut également permettre de faciliter la transition vers des énergies renouvelables, moins émettteuses de gaz à effet de serre – bien que leurs émissions soient loin d'être nulles *(Jancovici 2019)* et qu'elles ne soient pas réellement renouvelables à cause de l'utilisation de métaux (cf. section "Épuisement des métaux"). En effet, la production de ce type d'énergie est dépendante des conditions météorologiques. Ainsi, si le vent et la luminosité sont faibles, les éoliennes et les panneaux solaires ne produisent presque pas d'électricité. Il est donc nécessaire de garder en état des centrales plus polluantes, et de les utiliser au besoin. Ce constat rend l'adoption des énergies renouvelables problématique, puisqu'elles sont responsables d'impacts environnementaux importants autre part sur le réseau électrique *(Luoma 2009)*. L'arrivée des énergies renouvelables complexifie aussi le réseau, et rend sa gestion encore plus compliquée. Le smart grid peut répondre en partie à ce problème car, prenant en compte une myriade de données, dont les données météorologiques, il pourrait gérer de manière plus optimale le réseau, et ainsi faciliter l'adoption des énergies renouvelables *(AIE et OCDE 2017, pp.93-94)*.

Smart manufacturing :

Le concept de smart manufacturing se rapproche fortement de celui d'Industrie 4.0 (cf. Chapitre 1), sauf que l'accent est mis sur la diminution de l'impact environnemental. Les différents constituants de l'entreprise – machines, employé·e·s, etc. – sont équipés de capteurs récoltant des données, envoyées dans l'Internet des objets* et interprétées grâce à des analyses de type big data*. Il est possible d'éviter des pannes et des casses de pièces, de mieux coordonner les actions des différents départements de l'entreprise ou encore de mieux organiser l'interaction Homme-machine *(Accenture 2015)*. D'autres technologies numériques peuvent également être utilisées. Il est espéré, même si ce n'est pas nécessairement vérifié empiriquement *(Lifset 2017)*, que les imprimantes 3D permettent de diminuer les déperditions de ressources lors de la fabrication et de rendre les produits plus légers *(AIE et OCDE 2017)*.

En tout, GeSI et Accenture *(2015, p.131)* prédisent une réduction d'émission de gaz à effet de serre jusqu'à 50% pour une entreprise adoptant ces pratiques. Même si ce chiffre semble exagéré, le potentiel de réduction d'impact environnemental est bien présent.

Effets rebonds

Grâce aux avancées technologiques, dans le numérique comme dans d'autres domaines, de moins en moins de ressources sont nécessaires pour la réalisation de la même action *(Gossart 2015; Jackson 2017, p.121)*. Toutefois, malgré ces gains, la quantité totale d'énergie et de matières premières utilisées est en augmentation dans le monde depuis plus d'un siècle *(The Shift Project 2019; Geldron 2018, p.6)*. Ce phénomène contre-intuitif est lié à l'effet rebond, aussi appelé paradoxe de Jevons.

L'effet rebond est un phénomène par lequel la diminution de la quantité d'énergie ou d'une ressource naturelle nécessaire à la réalisation d'une action est partiellement ou totalement compensée à la suite de l'adaptation du comportement de la société *(Villani 2018)*. Dit autrement, la baisse de la quantité de ressource nécessaire serait compensée, au moins en partie, par les changements de comportements individuels et collectifs.

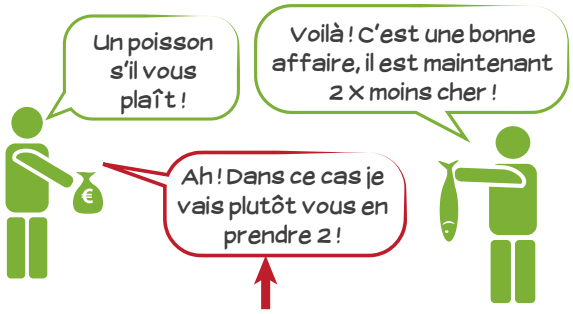
Effets rebonds directs et indirects :

Il existe différents niveaux d'effets rebonds. Le premier est l'effet direct, où l'augmentation de l'efficience provoque une augmentation de l'usage de ce même bien ou service. Le second est l'effet indirect, qui se préoccupe de l'augmentation de la consommation d'autres

biens ou services *(Gossart 2015)*. Pour illustrer, prenons l'exemple du smart grid, qui implique une augmentation de l'efficacité énergétique. Il provoque une baisse du prix de l'électricité. Les individus parviennent alors à économiser de l'argent. Ils peuvent donc décider de consommer davantage d'électricité (effet rebond direct), ou de consommer d'autres biens et services qui nécessitent eux-mêmes de l'énergie (effet rebond indirect). Les individus pourraient par exemple décider de partir plus loin en vacances, ou partir en avion une fois supplémentaire. Même épargner consomme de l'énergie puisque la banque va de toute façon réinvestir dans l'économie l'argent mis sur le compte, même si des investissements plus éthiques et durables existent *(Financité 2020)*.

En réalité, chaque gain en matière de ressources va être au moins partiellement compensé. Dans le cas de l'énergie, qui est le plus étudié, les effets rebonds directs et indirects sont de l'ordre de 41 à 78%, selon les domaines *(Chitnis et Sorrell 2015)*. Par conséquent, dans le pire des cas, les gains énergétiques supposés sont presque totalement compensés par ces deux niveaux d'effets rebonds.

Le numérique provoque des effets rebonds directs et indirects parce qu'il permet d'économiser de l'argent pour la réalisation de la même action. En effet, regarder un film ou écouter de la musique est devenu moins onéreux avec les plateformes de streaming*, Internet permet de récolter une masse d'informations gratuitement, Airbnb permet de diminuer le prix de la location d'un logement, le cloud* peut diminuer le coût du stockage d'information, et ainsi de suite. Cet argent économisé sera alors réinvesti, avec un coût environnemental *(Santarius 2017)*.



Effet rebond DIRECT !

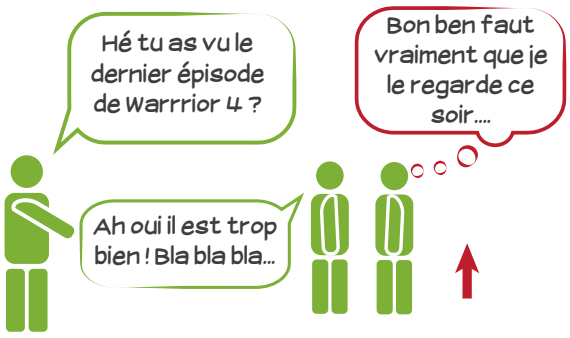
Effet rebond INDIRECT !

Effets rebonds systémiques :

Il existe un troisième niveau d'effets rebonds, souvent nommés effets rebonds systémiques ou structurels *(Wallenborn 2018; Gossart 2015)*. Tandis que les deux premiers niveaux s'occupent des changements de comportements individuels, celui-ci répertorie les changements collectifs provoqués par une augmentation de l'efficience. On dénombre plusieurs types d'effets rebonds systémiques. Quatre sont répertoriés ci-dessous, chacun d'entre eux étant lié aux trois autres. Cette liste n'est pas exhaustive. Il est en réalité extrêmement difficile de répertorier tous les effets rebonds potentiels, et il est encore plus difficile de les quantifier *(Wallenborn 2018)*.

- **Effet rebond "transformations des normes sociales"**

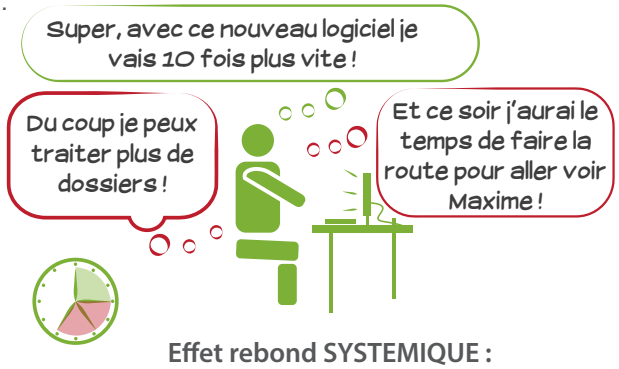
Premièrement, les nouvelles technologies permettent une augmentation du confort (cf. Chapitre 8), de telle manière que les attentes à ce sujet au sein de la société augmentent de manière presque irréversible au fil du temps *(Shove 2003)*. Les comportements de consommation s'adaptent donc à ces nouvelles normes. Concernant le numérique, il est devenu très difficile de s'en passer puisqu'une bonne partie de la vie se déroule à son contact. Si vous n'avez pas regardé la dernière série Netflix ou si vous n'êtes pas présents sur les réseaux sociaux, il sera plus difficile de participer à la vie sociale. Les risques d'exclusion sont donc accrus. Si vous n'avez pas de compétence en informatique, vous trouverez plus difficilement un emploi. La liste continue.



Effet rebond SYSTEMIQUE :
transformation des normes sociales

- **Effet rebond "accélérateur d'activité"**

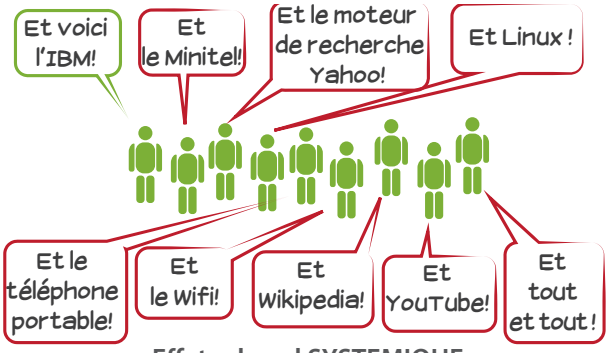
Deuxièmement, les technologies permettent de réaliser des actions beaucoup plus rapidement. Par exemple, faire du shopping, écouter de la musique, commander un taxi ou partager une information sont effectués de manière beaucoup plus rapide avec les technologies digitales *(Santarius 2017)*. Le temps gagné permet alors d'effectuer d'autres activités, qui auront elles-mêmes un impact environnemental *(Gossart 2015; Wallenborn 2018)*. Le numérique est même soupçonné d'avoir tendance à accélérer le rythme de vie (cf. Chapitre 7), ce qui pourrait encore davantage augmenter cet effet rebond.



Effet rebond SYSTEMIQUE :
"accélérateur d'activité"

- **Effet rebond "cascade d'innovations technologiques"**

Troisièmement, une avancée technologique permet à de nouvelles avancées technologiques de se produire. Elle peut réduire les coûts de production, augmenter les performances ou encore augmenter la production. Ces différentes caractéristiques peuvent permettre de rendre possibles ou envisageables certaines innovations qui ne l'étaient pas. Ces innovations en cascade ont le potentiel de radicalement transformer la société. Pour illustrer, sans l'invention de la machine à vapeur au XVIIIe siècle, la société actuelle ainsi que ses différents impacts environnementaux n'auraient pas été possibles *(Wallenborn 2018)*. Au niveau du numérique, les avancées ont permis la mise en place d'IA, d'objets connectés ou encore de transmettre une quantité de plus en plus conséquente d'information. Or, ces dernières ont un grand impact environnemental (cf. Chapitres 10 et 13).



Effet rebond SYSTEMIQUE :
"cascade d'innovations technologiques"

- **Effet rebond "accélérateur de production"**

Quatrièmement, l'augmentation de l'efficacité augmente en parallèle la productivité, car moins de travail est nécessaire à la réalisation de la même action *(Wallenborn 2018)*. Or, la productivité est elle-même en général source de croissance économique (cf. Chapitre 2). Cette dernière est liée à l'augmentation de l'impact environnemental. En effet, il n'a pour le moment jamais été possible de croître économiquement tout en diminuant durablement l'impact environnemental global. Les raisons de penser que cette situation ne changera pas à l'avenir sont d'ailleurs nombreuses *(Parrique et al. 2019)*. Au niveau du numérique, des recherches préliminaires semblent pointer vers un lien puissant entre digitalisation, croissance économique et utilisation d'énergie *(Lange 2017)*.

Effet rebond SYSTEMIQUE :
"accélérateur de production"

- **Et dans le cas spécifique du numérique?**

Comme expliqué précédemment, le numérique provoque une augmentation de l'efficience, et pas seulement dans le domaine de l'énergie. Par exemple, plus besoin de magasins pour vendre des produits, plus besoin de livres pour trouver de l'information, besoin de moins de ressources grâce au smart manufacturing et au smart farming, etc. On parle alors du potentiel de dématérialisation du numérique *(Magee et Devezas 2017)*.

Il est très difficile de prendre en considération la totalité des effets rebonds, mais certaines études tentent d'y parvenir. Concernant le cas de l'énergie, Lange et al. *(2020)* ont créé un modèle permettant de prendre en considération les effets rebonds systémiques. Ils ont conclu que le numérique provoquait un effet rebond au-delà des 100%. On parle alors d'un « retour de flamme », où le bénéfice de départ est plus que totalement compensé. Le numérique pris dans son ensemble aurait donc jusqu'à présent provoqué une augmentation, et non une diminution, de la consommation d'énergie mondiale. Ces résultats vont totalement à l'encontre des dires de lobbies du numérique tels que GeSI et Accenture *(2017)*, qui sous-estiment grandement les effets rebonds dans leurs analyses.

Une autre tentative de prise en compte des effets rebonds systémiques a été réalisée par Magee et Devezas *(2017)*. Ils ont créé un modèle économique incluant des effets rebonds potentiels. Ils se sont alors basés sur des données des cinquante dernières années, et se sont rendu compte que les progrès technologiques n'avaient pas mené à une diminution, mais bien à une augmentation de la quantité totale d'énergie utilisée. D'après eux, l'effet rebond en matière d'énergie serait supérieur à 100%. Ils ont également étudié les effets

rebonds sur une cinquantaine de matériaux et ont conclu que, pour l'immense majorité de ceux-ci, l'augmentation de l'efficience avait mené à une montée de la consommation compensant plus que totalement les gains de départ. Il y aurait donc un « retour de flamme » dans presque tous les cas. Cette étude ne se focalise pas spécifiquement sur le numérique, mais bien sur les progrès technologiques en général. Le numérique représentant une part importante de l'innovation au cours des dernières décennies (cf. Chapitre 4), les conclusions devraient s'appliquer au cas du numérique.

Le numérique n'aurait donc pas provoqué, jusqu'à présent, une dématérialisation de nos sociétés. Des faits vont d'ailleurs dans ce sens. Premièrement, contrairement aux idées reçues sur le caractère immatériel du numérique, une grande quantité de matériaux sont utilisés par ce secteur. Ainsi, en 2020, la consommation numérique française implique l'excavation de 197 kg de terre par jour et par utilisateur/trice *(Bordage et al. 2020, p. 9)*. Deuxièmement, de nombreux effets rebonds matériels – donc, en dehors du domaine de l'énergie – sont présents dans le numérique. Pour donner un exemple, il fut espéré dans la décennie 2000 que l'avènement de ces technologies provoquerait une baisse drastique de la consommation de papier. Des objectifs « zéro papier » furent d'ailleurs mis en place en France. Cependant, dû à de nombreux effets rebonds, comme l'arrivée des imprimantes à domicile ou l'augmentation de l'accès à l'information, le numérique n'a pas provoqué une chute de la consommation de papier. En France, sa consommation n'a diminué que de 1,3% entre 2000 et 2010, loin d'une dématérialisation et des objectifs « zéro papier » *(Bihouix et Mauvilly 2016)* – La situation semble s'être améliorée ces dernières années dans les entreprises *(Bordage 2020)*. Dans le monde, le nombre de livres imprimés n'est pas en diminution alors que la consommation d'e-books et de lecture de livres sur Internet a explosé *(Lange et al. 2020)*.

Par conséquent, le numérique ne serait pas étranger à l'épuisement possible de certains matériaux d'ici quelques décennies, puisqu'il a tendance à provoquer une augmentation, et non une diminution, de leur utilisation. Il provoquerait également une pression accrue sur les écosystèmes (cf. Chapitre 12).

- **À l'avenir**

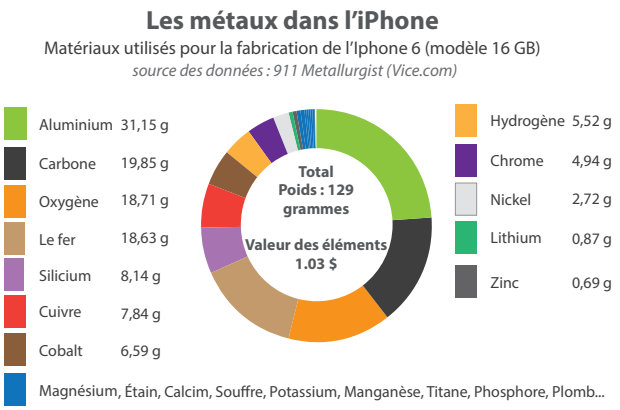
En conséquence des sections précédentes, et contrairement aux idées reçues, le numérique aurait jusqu'à présent augmenté, et non diminué, l'impact environnemental de l'humanité. Si peu de changements sont effectués, cette situation se perpétuerait. Le numérique risque en effet d'avoir un impact de plus en plus important à l'avenir. L'avènement possible de la 5G demanderait de nouvelles infrastructures massives *(Grijpink et al. 2018)* et pourrait induire une forte augmentation du trafic des données *(Cisco 2018)*, en plus de provoquer l'achat d'une pléthore de nouveaux objets connectés. Il y aurait déjà 19 milliards de tels objets en 2019, et leur nombre devrait atteindre 48 milliards en 2025 *(Bordage 2019b)*. La 5G nécessiterait notamment la mise en orbite de nombreux satellites. SpaceX et le projet Kuiper d'Amazon projettent chacun de déployer environ 50.000 satellites, alors que seulement 8.000 objets ont été envoyés dans l'espace depuis le début de l'ère spatiale *(Lucchese 2020)*. Les prochaines années pourraient aussi voir l'avènement des cryptomonnaies* et de la blockchain*, dont l'impact environnemental est extrêmement important *(Digiconomist 2019)*, même s'il existe certaines techniques de blockchain moins énergivores *(Jospe 2019)*.

L'avenir n'est cependant pas sans espoir. Les effets rebonds ne sont pas nécessairement immuables et sont également la conséquence de décisions politiques et sociétales. Des recherches sont en cours pour déterminer dans quelles circonstances les effets rebonds se produisent, et comment les diminuer *(van den Bergh 2011; Santarius et al. 2018)*. Des pistes sont avancées, comme le ralentissement de la construction de nouvelles infrastructures provoquant des risques de rebonds, la diminution des inégalités en termes de pouvoir ou encore la réduction de la compétition à tous les niveaux *(Wallenborn 2018)*. Des politiques menant à une consommation plus sobre et responsable pourraient également avoir un effet positif *(Gossart 2015; Hilty 2008, p.72; Bordage 2019b)*.

Ainsi, il ne faut pas croire que les technologies sont nécessairement mauvaises pour l'environnement *(Hilty et Aebischer 2015)*. Ce sont aux sociétés et aux individus d'effectuer des choix menant à une utilisation des technologies allant vers une réduction de l'impact environnemental. Toutefois, sans changement de cap sociétal, politique et économique, il est probable que le numérique continue d'être un frein et non un atout dans la construction de sociétés durables.

Épuisement des métaux

Une grande partie des 60 métaux du tableau périodique sont utilisés dans les appareils numériques, mais généralement en très petites quantités. Dans un smartphone, on retrouve environ 200 à 300 mg d'argent, 10 mg de palladium ou encore 2 mg de platine.



Les quantités sont légèrement supérieures dans les tablettes et ordinateurs *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. Cependant, étant donné l'énorme demande pour les objets numériques – par exemple, en 2018 ont été produits 258 millions d'ordinateurs *(Gartner 2019)* et 1,45 milliard de smartphones *(TrendForce 2019)*, la part du digital dans la consommation de certains métaux est très importante (voir Tableau 1).

Métal	Part de l'électronique dans la production mondiale
Cuivre	6%
Or	10%
Palladium	10%
Argent	20%
Étain	35%
Cobalt	35%
Tantale	60%
Indium	80%
Ruthénium	80%
Gallium	90%
Germanium	30-50%

Tableau 1. Part du secteur de l'électronique dans la consommation mondiale de certains métaux. Le numérique représente une partie importante du secteur de l'électronique. Source : Bihouix et Mauvilly (2016).

Or, comme évoqué dans la section "Pourquoi est-ce important?" de début de chapitre, nombre de métaux importants dans le numérique sont déjà assez proches de l'épuisement (voir Tableau 2).

Épuisement à court terme (moins de 30 ans)	Épuisement à moyen terme (moins de 50 ans)	Lithium
Antimoine Étain Argent Cobalt Or Zinc	Manganèse Nickel Cuivre Sélénium Niobium Molybdène Plomb Bismuth Chrome Indium Germanium Tantale	

Tableau 2. Estimation de la date d'épuisement des métaux importants dans le numérique si les taux de production continuent au rythme des dernières décennies. Les réserves prises en compte ne sont pas toutes rentables, et donc pas nécessairement exploitables actuellement (USGS 2019, p.195-196). Sources : croisement des données de Bihouix (2015), Geldron (2018, p.9), Halloy (2018, p.40-41) et USGS (2019).

Les réserves de métaux sont variables. Elles peuvent être agrandies si de nouvelles réserves sont découvertes ou si de nouvelles techniques d'extraction sont mises en place *(Bihouix 2015, p.9)*. Toutefois, comme expliqué plus haut, l'augmentation des réserves impliquerait des effets rebonds. Magee et Devezas *(2017)* suggèrent que les « retours de flamme » furent par le passé largement majoritaires concernant les matériaux, de telle sorte que, paradoxalement, le nombre d'années avant épuisement pourrait diminuer si de nouvelles réserves sont découvertes ou sont techniquement accessibles.

De plus, il faut savoir que plusieurs métaux sont généralement produits à partir de l'extraction d'un seul minerai. Par exemple, le tantale peut être associé au niobium, au lithium, à l'étain, au zirconium, au titane, au césium et au béryllium dans ses gisements *(L'élementarium 2020)*. Ainsi, si un métal est proche de l'épuisement, il est possible qu'il soit tout de même extrait (et utilisé) parce que d'autres métaux auxquels il est associé sont nécessaires *(Geldron 2018)*.

Par conséquent, l'arrêt ou le ralentissement de la production d'un métal proche de l'épuisement est bien plus compliqué que ce que l'on pourrait croire.

Par ailleurs, le recyclage de la majorité des métaux est extrêmement difficile. En effet, en premier lieu, les matériaux recyclés baissent souvent en qualité, de sorte qu'ils ne peuvent plus nécessairement être utilisés dans les secteurs demandeurs de ceux-ci *(Bihouix 2018, 12:14 à 13:21)*. En second lieu, ils sont souvent utilisés, tant dans le numérique que dans d'autres secteurs, en très petites quantités. Les coûts financiers et énergétiques du recyclage deviennent alors prohibitifs *(Bihouix 2018)*. D'après le Programme des Nations Unies pour l'environnement *(2011)*, pour 34 des 60 métaux du tableau périodique, moins de 1% étaient à cette époque recyclés sous forme de métal ou d'alliage de métal conservant leurs propriétés chimiques et physiques initiales - on parle dans ce cas de recyclage fonctionnel. 18 des 60 avaient un taux supérieur à 50%. La plupart des métaux cités dans le Tableau 2 ont un taux de recyclage fonctionnel supérieur à 50%, mais leurs productions hors recyclage continuent tout de même à s'intensifier *(Geldron 2018)*. Ceci est, de nouveau, partiel-

lement une conséquence de l'effet rebond. Ainsi, même si des entreprises s'efforcent de grandement augmenter le recyclage des matériaux, les gains de matières seront partiellement ou totalement compensés par des effets rebonds.

Entre extraire des métaux pour les services numériques ou l'énergies renouvelables, faudrait-il choisir ?
© CC0 - Domaine public

L'épuisement des métaux, en plus de remettre en question la pérennité de nos modes de vie, pose de véritables problèmes en ce qui concerne la transition vers des énergies renouvelables. En effet, beaucoup de métaux importants dans le numérique et proches de l'épuisement sont utilisés dans les énergies renouvelables *(Banque Mondiales 2017, p.75)*, et plusieurs d'entre eux ont des caractéristiques les rendant difficilement remplaçables *(Bihouix 2015, p.13)*. Il est probable que, dans une ou deux décennies, nous devions faire le choix entre « plus de numérique » et « plus d'énergie renouvelable ».

En bref !

- L'obsolescence programmée pousse à la consommation de nouveaux appareils au lieu d'essayer d'augmenter la durée d'utilisation des anciens. Elle rend donc la production et la consommation très peu responsable et durable. Tant les pouvoirs publics que les individus ont des leviers d'action importants afin de réduire au maximum ces pratiques.
- L'industrie du numérique promet une réduction d'impact environnemental, notamment via les technologies dites « smart ».
- Les gains apportés par les technologies, et le numérique en particulier, seront partiellement ou totalement compensés par les changements de comportements individuels et collectifs. Ce sont les effets rebonds. Des modèles empiriques tendent ainsi à montrer que le numérique augmente l'impact environnemental total de l'humanité.
- Les effets rebonds ne sont pas immuables. Nous devons, individuellement et collectivement, réfléchir à la manière de les diminuer. Cela passera sans doute par des changements politiques et sociétaux majeurs.
- Le secteur du numérique est très gourmand en métaux. Il participe à l'épuisement de plusieurs d'entre eux. Dans quelques décennies, il ne sera peut-être plus possible de produire et de consommer autant de services numériques. Beaucoup de métaux utilisés dans le numérique sont également importants pour la production d'énergies renouvelables. La consommation et la production mondiale du numérique sont donc très peu durables et responsables.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 2 : Vous avez dit écologique ?

- Activité 1 "Le cycle de vie du smartphone"
- Activité 2 "En quête d'infos !"
- Activité 3 "Le Quizz numérique ! "

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 1 "Je me mets dans la peau d'un·e vendeur/euse"
- Activité 4 "Le débat philo !"

Parcours 4 : Quels effets rebonds ?

- Activité 1 " Effets rebonds au quotidien ? "

Parcours 5 : Comment agir ?

- Activité 1 "En quête de solutions !"
- Activité 2 "Faiseurs de lois !"
- Activité 3 "Agir dans mon établissement"

Parcours 6 : Un futur avec ou sans numérique ?

- Activité 1 "Des futurs contradictoires ?"

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 2 (U.A. 2.1.), 3 (U.A. 3.5, 3.6.), 4 (U.A. 4.1., 4.2.), 5 (U.A. 5.1.), 6 (U.A. 6.3. et 6.4.).

Bibliographie :

- *Accenture. 2015. Smart production: Finding a way forward: how manufacturers can make the most of the Industrial Internet of Things.*
- *ADEME (Agence de la transition écologique). 2020. Acheter un smartphone reconditionné, quels avantages ? [En ligne] Disponible à : https://particuliers.ademe.fr/conso/conso-responsable/acheter-un-smartphone-reconditionne-quels-avantages [Consulté le : 4 septembre 2020].*
- *AIE (Agence internationale de l'énergie) et OCDE (Organisation de de coopération et de développement économique). 2017. Digitalization & Energy. Paris.*
- *Anastasio, M. 2019. Revealed: the climate cost of "disposable smartphones" [En ligne].*
- *Apple. 2019. Environmental Responsibility Report [En ligne].*
- *ASviS (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile). 2019. Saturdays for future [En ligne].*
- *Banque Mondiale. 2017. The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future.*
- *Biggs, P. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT.*
- *Bihouix, P. 2015. Les métaux dans les TICs. 10 ans EcoInfo : "Vers une informatique éco-responsable ?". Paris.*
- *Bihouix, P. et Mauvilly, K. 2016. Le Désastre de l'école numérique : Plaidoyer pour une école sans écrans. Paris : Seuil.*
- *Bihouix, P. 2018. Le mensonge de la croissance verte ? [En ligne]. Thinkerview.*

• Bordage, F. 2018. Les octets : premier levier d'obsolescence du matériel ? Grenoble : Journée thématique EcoInfo.

• Bordage, F. 2019a. Sobriété numérique : Les clés pour agir. Paris : Buchet-Chastel.

• Bordage, F. 2019b. Empreinte environnementale du numérique mondial. GreenIT.fr.

• Bordage, F. 2020. Interview.

• BP. 2019. BP Statistical Review of World Energy 2019, 68th edition.

• Brown, S. 2017. Apple's Batterygate is great news for consumers [En ligne].

• Cash Investigation. 2012. La mort programmée de nos appareils. Paris : France Télévisions.

• Chitnis, M. et Sorrell, S. 2015. Living up to expectations: estimating direct and indirect rebound effects UK households. Energy Economics 52, pp.S100-S116.

• Cisco. 2018. Cisco Global Cloud Index, Forecast and Methodology 2016–2021, Whitepaper. Etats-Unis.

• CE (Commission européenne). 2019. Smart grids and meters [En ligne].

• Convention Citoyenne pour le Climat. 2019. Socle d'information initial à destination des membres de la Convention.

• Digiconomist. 2019. Bitcoin Energy Consumption Index [En ligne].

• EcoInfo. 2013. Obsolescence (extrait) [En ligne]. CNRS. emarketing. 2019. Consommacteur (ou consom'acteur) [En ligne].

• Fairphone. 2019. Long-Lasting Design [En ligne].

• Figueres, C. 2015. Foreword by UNFCCC. Dans : GeSI (Global e-Sustainability Initiative) et Accenture. #SMARTer2030: ICT Solutions for 21st Century Challenges. Bruxelles.

• Galán Herranz, A. 2017. Shiftphone: an Ethical Smartphone That's Made in Germany [En ligne]. RESET.

• Gartner.2019. Gartner Says Worldwide PC Shipments Declined 4.3 Percent in 4Q18 and 1.3 Percent for the Year [En ligne].

• Geldron, A. 2018. Sobriété et lutte contre l'obsolescence des biens: une impérative nécessité pour l'humanité ? Grenoble.

• GeSI (Global e-Sustainability Initiative) et Accenture. 2015. #SMARTer2030: ICT Solutions for 21st Century Challenges. Bruxelles. Disponible à : http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf [Consulté le : 5 septembre 2019].

• GeSI (Global e-Sustainability Initiative) et Accenture. 2017. #SystemTransformation: How digital solutions will drive progress towards the sustainable development goals. Bruxelles.

• Global Footprint Network. 2019. Earth Overshoot Day 2019 is July 29th, the earliest ever [Enligne].

• Gossart, C. 2015. Rebound Effects and ICT: A Reviewof the Literature. Dans : Hilty, L. et Aebischer, B. (eds). ICT Innovations for Sustainability. Zurich : Springer, pp.435-448.

• Greenpeace. 2017. From Smart to Senseless : The Global Impact of 10 Years of Smartphones [En ligne]. Washington. Disponible à : https://www.greenpeace.org/usa/wp-content/uploads/2017/03/FINAL-10YearsSmartphones-Report-Design-230217-Digital.pdf [Consulté le : 17 septembre 2019].

• Grijpink, F. et al. 2018.The road to 5G: the inevitable growth of infrastructure cost [En ligne]. Mckinsey & Company.

• Halloy, J. 2018. More than an energy issue, we have a problem of materials. 4th Science and Energy Seminar at Ecole de Physique des Houches. Les Houches.

• Hamilton, C. 2019. The Anthropocene.Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences.Dans :Encyclopedia of Ecology. 2eédition.Elsevier : Volume 4, pp.239-246.

• Hilty, L. 2008. Information technology and sustainability: Essays on the relationships between information technology and sustainable development. Norderstedt : Books on Demand.

• Hilty, L. et Aebischer, B. 2015. ICT for Sustainability: An Emerging Research Field. Dans : Hilty, L. et Aebischer, B. (eds). ICT Innovations for Sustainability. Zurich : Springer, pp.3-36.

• HOP (Halte à l'Obsolescence Programmée). 2019. Produits Durables [En ligne].

• Jackson, T. 2017. Prosperity Without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow. 2e ed. Londres : Routledge.

• Jancovici, J. 2019. CO2 ou PIB, il faut choisir [En ligne]. Paris : Science Po, 43:35 à 44:18.

• Jenik, C. 2017. Quelle est la durée de vie d'un smartphone ? [En ligne]. Statista.

• Jospe, C. 2019. When it comes to blockchains and energy usage [En ligne].

• iFixit. 2019. About iFixit [En ligne].

• Ipsos. 2016. Alimentation durable : les Français de plus en plus attentifs à ce qu'ils mangent [En ligne].

• Kallis, G. 2019. degrowth. Agenda Publishing.

• Keucheyan, R. 2019. Besoins artificiels, Comment sortir du consumérisme. Paris : La Découverte.

• Lange, S. 2017. Digititalization and degrowth [En ligne].

• Lifset, R. 2017. 3D Printing and Industrial Ecology. Journal of Industrial Ecology 21(S1), pp. S6-S8.

• Luoma, J. 2009. The Challenge for Green Energy: How to Store Excess Electricity [En ligne]. Yale Environment 360.

• Magee, C. et Devezas, T. 2017. A simple extension of dematerialization theory: Incorporation of technical progress and the rebound effect. Technological Forecasting and Social Change 117, pp.196-205.

• Maliverney, E. 2018. Éléments et exemples d'obsolescence programmée sur nos ordinateurs : une expérience issue d'un atelier de réparation. Grenoble : Journée thématique EcoInfo.

• Meunier, E. 2018. Les dispositifs légaux de lutte contre l'obsolescence. Grenoble : Journée thématique EcoInfo.

• Microsoft. 2019. Le support de Windows 7 touche à sa fin [En ligne].

• Ministère norvégien de l'environnement. 1994. Oslo Roundtable on Sustainable Production and Consumption.

• Mitchell, A. 2017.The Social and Environmental Impact of Mobile Phones [En ligne]. RESET.

• NEXT (Nueva Economia per Tutti). Buone pratiche [En ligne].

• O'Neill, B. et al. 2004. Population, greenhouse gas emissions, and climate change. Dans : Lutz, W et al. (eds.). The End of World Population Growth in the 21st Century: New Challenges for Human Capital Formation & Sustainable Development. Londres : Earthscan, pp.283-314.

• ONU. 2016. Responsible consumption & production: why it matters [En ligne].

• ONU. 2019a. Ensure sustainable production and consumption pattern [En ligne].

• ONU. 2019b. The Ten Principles of the UN Global Compact [En ligne].

• ONU. 2019c. World Population Prospects 2019 [En ligne]. Département des affaires économiques et sociales, division population.

• Parlement européen. 2010. Report on mobilising Information and Communication Technologies to facilitate the transition to an energy-efficient, low-carbon economy. Bruxelles.

• Parrique, T. et al. 2019. Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability. Bruxelles : European Environmental Bureau.

• PNUE (Programme des Nations unies pour l'environnement). 2011. Recycling Rates of Metals – A Status Report. Paris.

• Région de Vénétie. 2011. Capitolo 5 : Il mercato nelle mani dei consum-attori. Dans : Rapporto statistico 2011.

• Remy, C. et Huang, E. 2015. Addressing the Obsolescence of End-User Devices: Approaches from the Field of Sustainable HCI. Dans : Hilty, L. et Aebischer, B. (eds). ICT Innovations for Sustainability. Zurich : Springer, pp.257-267.

• Rolnick, D. et al. 2019. Tackling Climate Change with Machine Learning. arXiv:1906.05433v1.

• Roussilhe, G. 2018. Obsolescence à programmer ? Grenoble : Journée thématique EcoInfo.

• Santarius, T. 2017. Digitalization, Efficiency and the Rebound Effect [En ligne].

• Santarius, T. et al. 2018. From Unidisciplinary to Multidisciplinary Rebound Research: Lessons Learned for Comprehensive Climate and Energy Policies. Frontiers in Energy Research 6.

• Slaughter, A. 2015. Electricity Storage: Technologies, impacts, and prospects [En ligne]. Deloitte Center for Energy Solutions.

• Shove, E. 2003. Comfort, Cleanliness and Convenience: The Social Organization of Normality. Oxford : Berg.

• The Shift Project. 2019. Historical Energy Production Statistics [En ligne].

• TrendForce. 2019. Global Smartphone Production Volume May Decline by Up to 5% in 2019, Huawei Would Overtake Apple to Become World's Second Largest Smartphone Maker, Says TrendForce [En ligne].

• USGS (U.S. Geological Survey). 2019. Mineral commodity: summaries 2019 [En ligne].

• van den Bergh, J. 2011. Energy conservation more effective with rebound policy. Environmental and Resource Economics 48(1), pp.43-58.

• Van der Ryn, S. et Cowan, S. 2007. Ecological Design. 10th Anniversary edition. Island Press.

• Vasseur, L. 2018. L'action citoyenne au service de l'obsolescence déprogrammée. Grenoble : Journée thématique EcoInfo. Disponible à : https://gricad.univ-grenoble-alpes.fr/video/l-action-citoyenne-au-service-l-obsolescence-deprogrammee [Consulté le : 17 septembre 2019].

• Vasseur, L. et al. 2019. Livre blanc : 50 mesures pour une consommation et une production durables. Paris : Halte à l'Obsolescence Programmée.

• Villani, C. 2018. Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale et européenne. Paris : AI for humanity.

• Wallenborn, G. 2018. Rebounds Are Structural Effects of Infrastructures and Markets. Frontiers in Energy Research 6.

• why! 2019. Durabilité [En ligne].

12. ÉCOSYSTÈMES

© CC IPBES - Denis Zhitnik - Shutterstock.com

CHAPITRE 12: ÉCOSYSTÈMES

Pourquoi est-ce important ?

Un écosystème est défini comme un ensemble vivant formé par un groupement de différentes espèces en interrelations, entre elles et avec leur environnement. Il ne s'agit donc pas d'un élément figé, mais d'un système issu de la coévolution entre les différents êtres vivants et leurs habitats (Aufray et Rovillé, sans date).

L'humanité vit en réalité en interaction constante avec son environnement et avec les écosystèmes le composant. Elle en bénéficie par ailleurs grandement, les écosystèmes permettant entre autres de purifier l'air et l'eau, de nous nourrir, de nous protéger des catastrophes naturelles, de nous soigner ou encore de retarder les conséquences les plus néfastes du changement climatique. Les écosystèmes sont donc primordiaux pour la survie de l'humanité et des générations futures (Lambertini 2017). Par ailleurs, la préservation des écosystèmes peut être vue comme un devoir moral, reconnaissant que chacun de ses composants – dont une partie ressent la douleur, alors qu'une autre est pourvue d'expériences subjectives – a, jusqu'à un certain point, le droit d'exister, de vivre, de se maintenir ou encore de se régénérer (Singer 1975).

Une bonne partie des écosystèmes est pourtant en danger. Environ 13 millions d'hectare de forêts – soit environ trois fois la superficie de la Belgique – sont perdus chaque année. Or, les forêts abritent plus de 80% des espèces d'animaux, de plantes et d'insectes (ONU 2019). Concernant les récifs coralliens, sur lesquels environ un tiers des espèces marines connues s'appuient (Lim 2017), quelque 20% d'entre eux ont déjà été totalement détruits et 50% courent un risque très important (ONU 2016). Un réchauffement climatique de 2 degrés diminuerait d'ailleurs de 99% la superficie totale des récifs coralliens (GIEC 2018). Chiffre tout aussi alarmant, 60% des populations mondiales de vertébrés sauvages – mammifères, poissons, oiseaux, reptiles et amphibiens – ont disparu entre 1970 et 2014 (WWF 2018). En Europe, les populations d'insectes volants auraient été réduites de 80% entre 1989 et 2016 (Hallmann et al. 2017). La dégradation des écosystèmes peut aller jusqu'à la disparition de certaines espèces. Ainsi, environ 7% auraient déjà disparu à cause de l'espèce humaine (Régnier et al. 2015) et jusqu'à 1 million des 8 millions d'espèces animales et végétales recensées sur Terre seraient menacées d'extinction (IPBES 2019). Si le rythme actuel d'extinction se confirme, nous pourrions être au début de la « sixième extinction de masse » sur la planète (AFP 2019). Un effondrement des écosystèmes pourrait par ailleurs se dérouler de manière abrupte et au cours des prochaines décennies, notamment à cause du changement climatique (Trisos et al. 2020).

L'activité humaine est responsable de la dégradation des écosystèmes. Parmi les causes, le changement climatique, la pollution des sols et de l'air, la déforestation, la consommation d'eau, la transformation des milieux, l'accaparement des terres, l'accumulation de déchets, le braconnage ou encore la surpêche. En 2019, la consommation humaine a nécessité la production de l'équivalent de 1,7 fois ce que la Terre est capable de fournir à long terme. Pour l'Europe, ce chiffre monte à 2,8 (Global Footprint Network 2019).

Numérique comme espoir pour les écosystèmes

Limitation de la consommation de ressources :

Tout d'abord, il existe des services numériques* conçus dans le but de diminuer la consommation en ressources de l'humanité, notamment dans le domaine de l'agriculture (cf. Chapitre 6), des transports et du logement (cf. Chapitre 13) ou encore des entreprises (cf. Chapitre 11). Ces techniques ayant pour but de diminuer la dégradation de l'humanité sur l'environnement et les écosystèmes, le numérique* peut être vu, par ce biais, comme un premier espoir. Cependant, ces mesures entraînent généralement une consommation supplémentaire de ressources, compensant partiellement ou totalement les gains de départ. Par exemple, il est possible que les gains environnementaux de départ causés par l'utilisation du numérique dans les secteurs du transport et de l'habitat mènent à davantage de voitures par habitant, à les remplacer plus souvent, ou encore à augmenter la température des bâtiments (cf. Chapitre 13). C'est le phénomène de l'effet rebond, expliqué au Chapitre 11.

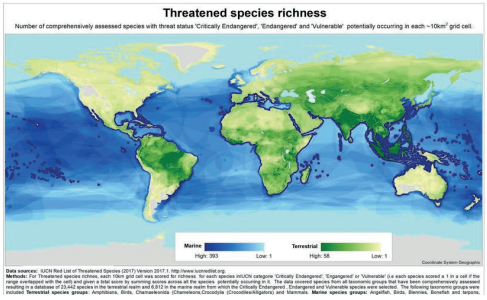
Préservation et restauration des écosystèmes :

Ensuite, le numérique a le potentiel d'améliorer la préservation et la restauration des écosystèmes *(Arts et al. 2015)*. L'arrivée de ces nouvelles technologies dans ce domaine a d'ailleurs été accueillie avec un certain enthousiasme *(Arts et al. 2015)*. Elle donne lieu à quantité d'initiatives.

Les technologies numériques, à l'aide de capteurs*, de caméras, de drones* ou encore de satellites, parviennent à récolter de nouvelles informations sur l'environnement et les écosystèmes. Ces informations peuvent être plus fréquentes, sur un plus grand espace, avec une résolution plus fine, et peuvent même atteindre des endroits auparavant inaccessibles *(Blumstein et al. 2011)*. Deux exemples de plateformes réunissant de telles données* sont Global Forest Watch *(2020)* et InfoAmazonia *(2020)*, qui fournissent au grand public les dernières cartes relatives à la couverture de forêts dans le monde, leur densité, la déforestation, les feux de forêts, etc. Une autre manière innovante de récolter des informations sur les écosystèmes se fait par le biais de robots. Ceux-ci, conçus pour res-

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

sembler aux espèces, sont alors capables de se fondre dans le milieu naturel, récoltant ainsi des données qui ne sont pas biaisées par la présence d'un agent étranger *(Arts et al. 2015)*.

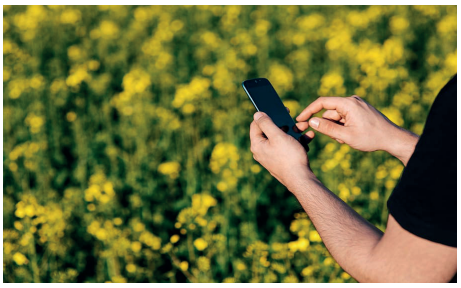


Un exemple de modélisation numérique des espèces aquatiques et terrestres menacées à l'échelle mondiale.
© UNEP-WCMC

Ces données récoltées peuvent être utilisées et interprétées par des scientifiques ou des intelligences artificielles* (IA) *(Lamba et al. 2019; Lambertini 2017)* pour aider à la restauration ou la conservation des écosystèmes. Par exemple, elles peuvent aider à mieux gérer les forêts, à compter le nombre d'espèces ou à mieux comprendre leurs mouvements. Ces informations peuvent ainsi servir à éviter la surpêche ou le passage de bateaux à certains endroits *(Lim 2017; Lambertini 2017)*, à mettre en place des barrières intelligentes permettant de dévier la faune pour la préserver *(Villani 2018)*, à prévoir le déplacement des déchets dans l'océan dans le but de les récupérer *(Ocean Cleanup 2020)* ou encore à évaluer les bénéfices socio-économiques des écosystèmes pour aider les politicien·ne·s à les considérer à leur juste valeur *(Natural Capital Project 2020)*.

Participation des citoyens :

Le numérique permet également aux citoyen·ne·s de s'impliquer dans la conservation. L'expression « science citoyenne » se réfère à la participation du grand public dans la recherche scientifique *(Andrachuk et al. 2019)*. Des applications comme eBird *(2020)* et iNaturalist *(2020)* permettent aux citoyen·ne·s de signaler la présence d'espèces animales ou végétales ainsi que leurs positions géographiques. Autre illustration de la science citoyenne, l'initiative Let's Do It *(2020)* a récupéré des images d'utilisateurs/rices pour en déduire – grâce à des systèmes d'analyse d'image par IA – les endroits contenant le plus de déchets à récolter *(Fing et Transition2 2019)*. L'avantage majeur de la science citoyenne est qu'elle permet de récolter une très grande quantité d'information en peu de temps et sans trop d'efforts de la part des scientifiques *(Andrachuk et al. 2019)*. Dans certains cas, des communautés locales sont impliquées dans la conception de l'innovation, dans le but que celle-ci soit la plus utile à la conservation de leur environnement *(Andrachuk et al. 2019)*.



Le numérique facilite la participation citoyenne aux sciences.
© CC0 - Domaine public

Lutte contre le braconnage et le trafic d'espèces :

Les technologies digitales peuvent également aider à combattre le braconnage et le commerce d'espèces menacées. À l'aide de drones, radars, traceurs GPS, caméras thermiques, détecteurs de tirs parfois aidés par de l'analyse de type Big data* et par IA, il est possible de surveiller plus facilement et d'arrêter les braconniers/ères. Marco Lambertini (2017), directeur général de WWF International, explique que l'utilisation de telles technologies dans la réserve nationale de Masai Mara, au Kenya, a augmenté l'efficacité des patrouilles de 60%. Il est également espéré que la blockchain* puisse empêcher le trafic illégal. En effet, cette technologie peut être utilisée pour réaliser des contrats pratiquement infalsifiables. Si un tel système est mis en place, il sera impossible de mentir au sujet d'une marchandise *(Chapron 2017; Howson 2020)*.

Avantages, opportunités, mais aussi risques et limites :

Ces exemples ne représentent que quelques-uns des domaines et initiatives où le numérique peut aider à la préservation et la restauration des écosystèmes. Un autre exemple est l'utilisation de drones pour planter des forêts plus rapidement *(Peters 2019; Villani 2018)*. Ces nouvelles techniques apportent avec elles l'espoir de meilleurs résultats, plus rapidement et à moindres coûts, tout en étant plus accessibles aux citoyen·ne·s que les techniques de conservation classiques *(Arts et al. 2015)*. Certaines utilisations de ces technologiques amènent en effet de réels progrès *(Pettorelli et al. 2014)*, mais tout n'est pas aussi rose que ce qui apparaît dans les promesses et les slogans. Il existe de nombreux défis et problèmes associés à ces technologies *(Arts et al. 2015; Andrachuk et al. 2019)*. Leur mise en place pratique s'avère généralement bien plus difficile que prévu, et n'apporte pas toujours les résultats escomptés *(Joppa 2015)*. Les écosystèmes peuvent également être négativement affectés, comme par les bruits causés par des drones *(Lambertini 2017)*. Il semble également que les données récoltées via la science citoyenne comprennent souvent des biais, faussant ainsi les résultats de recherche *(Andrachuk et al. 2019)*. Certaines techniques évoquées dans cette partie peuvent par ailleurs également être utilisées par les ennemis de la préservation des écosystèmes, notamment les braconniers/ères *(Arts et al. 2015; Lambertini 2017)* ou encore par exemple des entreprises de pêche industrielle pouvant utiliser

l'IA pour trouver plus facilement les poissons et ainsi continuer à vider les océans. Par ailleurs, même s'il est souvent considéré comme immatériel, le numérique a lui-même un impact important sur l'environnement. Les Chapitres 10, 11 ainsi que la suite de celui-ci mettront en exergue cette problématique.

Numérique comme dégradant les écosystèmes

Malgré le potentiel du digital pour sauvegarder les écosystèmes, il apporte lui-même son lot de conséquences néfastes sur ceux-ci. La suite de ce chapitre mettra en avant les problèmes liés à la production de métaux présents dans les équipements numériques, ainsi que celui des déchets numériques. Ce ne sont cependant pas les seuls effets néfastes du numérique sur les écosystèmes. Ils sont, d'une certaine manière, la face visible de l'iceberg. En effet, il est facile de voir leurs effets, car ils se produisent au niveau local ou régional et ne concernent que le court ou le moyen terme. D'autres effets néfastes du numérique sur les écosystèmes interviennent sur le long terme, et à l'échelle d'un continent ou de la planète toute entière *(McGranahan 2006)*. Ces derniers sont beaucoup moins visibles, car dispersés dans le temps et dans l'espace. Le changement climatique est l'un d'entre eux. Bien que ses effets ne soient pas visibles aussi facilement, ils sont extrêmement néfastes pour les écosystèmes. Pour en savoir plus sur les impacts du numérique sur le changement climatique, nous renvoyons au Chapitre 10. Pour une vision globale des impacts du numérique sur l'environnement, nous conseillons la lecture des Chapitres 10 à 13.

Production de métaux :

La plupart des 62 métaux du tableau périodique sont utilisés dans les équipements numériques *(Rathi et al. 2013; IDDRI et al. 2018)*. Ils doivent être extraits du sol sous forme de minerai. Après plusieurs opérations, les métaux recherchés seront récupérés du minerai. Le secteur de la production de métal est parmi les plus polluants au monde *(Bihouix et Mauvilly 2016)*.

Tout d'abord, pour extraire des minerais, il faut défricher et déblayer, construire des routes, des voies ferrées ou des installations portuaires. Ces activités s'effectuent au détriment des forêts, des zones agricoles ou côtières *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. Dans tous les cas, les écosystèmes sont impactés. Dans certains cas, cette extraction s'effectue dans des réserves naturelles protégées. Un exemple est celui de la région de Basse Kando, dans la province du Katanga en République Démocratique du Congo (RDC), où des concessions minières ont été accordées dans la réserve. Jusqu'au début des années 2000, la réserve comprenait de nombreuses espèces en voie d'extinction. La plupart d'entre elles ont disparu de la réserve ou ont largement diminué. Ainsi, la population d'hippopotames est passée de 400 à 50 en moins de 15 ans *(Milieudefensie, SOMO et GoodElectronics 2015)*.

Déforestation due à l'extraction informelle de l'or dans une réserve naturelle au Pérou. Ce type d'extraction utilise généralement des produits toxiques qui sont déversés directement dans la nature, comme le cyanure et le mercure, provoquant une dégradation des écosystèmes et de la santé des habitant·e·s (Byrne et Hudson-Edwards 2018).
© CC BY-SA 4.0 -Planet Labs

L'extraction minière déplace une grande quantité de terre pour pouvoir en extraire les minerais. En 2020, la consommation numérique française implique l'excavation de 197 kg de terre par an et par personne *(Bordage et al. 2020, p. 9)*. Il semblerait que la production d'un iPhone 6 demande le déplacement d'environ 30 kg de terre. Le smartphone ne pesant que 129 g, il nécessiterait une perturbation des écosystèmes environ 230 fois supérieure à sa masse *(Merchant 2017)*. The Shift Project *(2018)* a effectué un calcul de la terre déplacée en ne prenant en compte que 6 métaux utilisés dans les appareils numériques. Selon leurs calculs, ces métaux nécessitent déjà le déplacement de 7 kg de terre dans le cas d'un ordinateur portable, et de 200 kg dans le cas d'une télévision connectée. Une étude de 2002 avait calculé que 32 kg de matières premières étaient nécessaires à la construction d'une puce électronique de 2 g *(Williams et al. 2002)*. Au total, la quantité de déchets résultant de la production de métaux à travers le monde, dont le numérique ne représente qu'une partie, est de 6 à 7 milliards de tonnes chaque année. Ce chiffre correspond à environ une tonne par personne en moyenne *(Bihouix et Mauvilly 2016)*.

L'univers numérique, et en particulier la production de métaux présents dans les équipements, nécessite une grande quantité d'eau douce, équivalente à 3,6 milliards de douches en 2019, soit environ 0,2% de la consommation mondiale du précieux liquide cette année-là *(Bordage 2019)*. Ces chiffres sont bien plus conséquents pour le cas de la France, le seul pays sur lequel il a été possible de trouver des informations. Ainsi, un·e Français·e utiliserait environ 9 litres d'eau douce par jour pour sa consommation numérique *(Bordage et al. 2020, p.9)*, soit l'équivalent d'environ 6 fois sa consommation domestique *(SDES 2019)*. Cette consommation d'eau se produit cependant à 88% lors de la phase de fabrication, et impacte donc en immense majorité les pays où les minerais sont extraits *(Bordage et al. 2020, pp. 9-10)*. Ainsi, la fabrication d'une télévision connectée nécessiterait en moyenne l'utilisation de 26.000 litres d'eau douce *(Bordage et al. 2020)*. Par conséquent, la consommation et la production du numérique provoque une perturbation des cycles de l'eau ainsi que des pénuries dans certaines régions, dommageables tant pour les écosystèmes que pour les humains *(WWF 2020)*.

Mine industrielle au Katanga, en RDC.
© CC BY NC 2.0 - Dave Dyet

Production de lithium dans le Salar de Uyuni, au Chili. Cet endroit possède un écosystème très particulier et jusqu'à présent préservé.
© CC-BY-SA-3.0 IGO - European Space Agency

Des méthodes diverses et variées ont été mises en place pour l'extraction de minerais et la récupération des métaux, celles-ci utilisant dans de nombreux cas des produits dangereux pour l'environnement – pour n'en mentionner que quelques-uns, mercure, cyanure, acide sulfurique et plusieurs solvants *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. En plus des métaux recherchés, ces procédés libèrent d'autres métaux présents dans le minerai dans des concentrations pouvant les rendre dangereux. Tous ces produits, qui se retrouvent généralement sous formes d'eaux ou de boues contaminées mais aussi sous forme de poussières, sont appelés des « résidus miniers ». Les réglementations environnementales obligent généralement l'industrie à filtrer et neutraliser au maximum ces résidus pour qu'ils impactent le moins possible l'environnement et la santé. Une partie des résidus est récupérée pour être réutilisée. Une autre est stockée dans des bassins, appelés « bassins de décantation » *(Bihouix et Mauvilly 2016)*.

Ces mesures n'empêchent pas pour autant une dégradation des écosystèmes. En premier lieu, les législations ne sont pas suffisantes pour éviter tous les risques. Nous sommes loin du risque zéro, surtout eu égard à la quantité de métaux produits chaque année. Il est ainsi très difficile d'éviter la propagation de poussières des mines. Une surveillance constante des bassins pendant des dizaines ou des centaines d'années est par ailleurs nécessaire pour éviter des ruissèlements d'eaux toxiques en dehors des bassins de décantation, ce qui n'empêche pas que des fuites se produisent parfois *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. En deuxième lieu, ces règles ne sont pas appliquées par tous. Il existe des pays où les législations sont plus permissives. En troisième lieu, la loi n'est pas toujours respectée. La production informelle de métaux – un secteur étant considéré comme informel s'il n'est ni imposé ni surveillé par aucune forme de gouvernement – ne suit que rarement les contraintes législatives. La production industrielle, censée être contrôlée, ne les suit pas toujours non plus.

Ces différentes raisons peuvent donc mener à de graves dégradations de l'environnement et des écosystèmes. Ainsi, bien que les impacts soient bien différents d'une mine à l'autre, d'un type de production à un autre, d'un métal à un autre, il n'existe ni mine durable, ni production de métal durable *(Bihouix et Mauvilly 2016)*.

- **Quelques exemples de dégradation des écosystèmes**

La suite donnera quelques exemples qui, loin de fournir une vision exhaustive, montrent le potentiel de dégradation de l'industrie de la production de métaux. Il est important de noter que le numérique n'est pas le seul responsable des dommages mentionnés dans les cas qui suivent. Il est en effet pratiquement impossible de connaître, à l'heure actuelle, la provenance des métaux des équipements numériques (cf. Chapitre 1). De plus, l'industrie du numérique ne représente qu'un pourcentage du total des besoins en métaux mondiaux – cf. Tableau 1, Chapitre 11, page 75, pour la part du secteur de l'électronique, dont fait partie le numérique, dans la consommation mondiale de certains métaux.

S'il est donc quasiment impossible de certifier que le numérique participe aux dégradations des écosystèmes qui seront mentionnés dans la suite, on notera que ces exemples concernent pour la plupart des métaux fortement utilisés par l'industrie numérique, comme les terres rares, le cobalt, le tantale, le palladium, le cuivre ou encore l'étain – d'autres métaux très utilisés dans l'industrie numérique ont également un fort impact sur les écosystèmes, tels le silicium *(EcoInfo 2010)*, le lithium *(EcoInfo 2011)*, l'indium *(EcoInfo 2012)* et l'argent *(Marhart et al. 2016)*. On peut donc considérer que le lien entre les exemples choisis et le numérique est suffisamment pertinent.

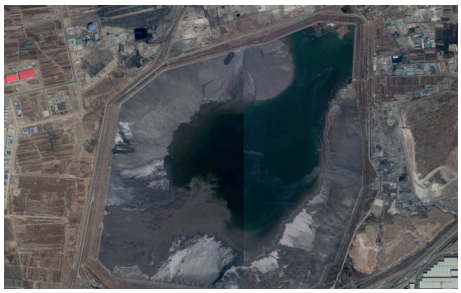
Il peut arriver que certains bassins de décantation, conçus sous forme de barrages, rompent. De tels événements, au nombre de 40 durant la décennie 2000 *(Byrne et Hudson-Edwards 2018)*, sont extrêmement dangereux pour les écosystèmes. Des risques sont également présents pour les habitant·e·s, qui peuvent être contaminé·e·s par les boues toxiques des bassins ou se retrouver enseveli·e·s. Certains de ces effondrements sont gérés de telle manière à réduire substantivement les dégâts environnementaux et sociaux *(Byrne et al. 2018)*, d'autres le sont beaucoup moins. Deux ruptures dramatiques se sont ainsi produites au Brésil ces dernières années. La rupture du barrage Mariana en 2015 a causé la mort de 19 personnes ensevelies sous les boues, et a provoqué le déversement d'environ 33 millions de mètres cubes – l'équivalent de 23000 piscines olympiques – de déchets riches en fer dans le Rio Doce. Les déchets ont parcouru 650 km jusqu'à ce qu'ils atteignent l'océan Atlantique 17 jours plus tard

(Byrne et Hudson-Edwards 2018). La rupture du barrage de Brumadinho en 2019 a été encore plus dramatique sur le plan humain, provoquant la mort de 270 personnes *(Pearson et al. 2019)*.

Paysage de désolation après la rupture du barrage Mariana, au Brésil, en 2015
© CC-BY 2.0 - Senado Federal

Vue aérienne quelques jours après la rupture du barrage de Brumadinho en 2019.
© BY-SA 2.0 - Ibama

Une grande partie – environ 60% en 2019 *(USGS 2020a)* – des terres rares, un groupe de 17 métaux particulièrement utilisés par l'industrie numérique, sont produits dans les alentours de la ville de Baotou, en Chine. L'extraction de ces métaux est difficile et polluante, impliquant notamment l'utilisation d'acides sulfurique et fluorhydrique, et provoquant le rejet d'une quantité importante de résidus miniers toxiques *(Byrne et Edwards 2018)*. À proximité de Baotou, un lac artificiel de plusieurs centaines de mètres de long a été construit pour recueillir ces boues toxiques. Les paysages aux abords du lac sont apocalyptiques, gris et sans vie. Des dizaines de pipelines amènent constamment ces boues. Le taux de radioactivité près du lac est par ailleurs 3 à 4 fois plus important que la normale *(Maughan 2015; Cash Investigation 2015)*.



Le lac de boues toxiques de Baotou en Chine.
© GoogleEarth MaxarTechnologies 2020

Un autre exemple de dégradation des écosystèmes dont le numérique est partiellement responsable est celui de la vallée de Kafubu, en RDC. Cette dernière a toujours été verdoyante. Ses habitant·e·s vivaient de l'agriculture et de la pêche artisanale. Plusieurs mines de cobalt ont ouvert dans la région depuis 2005 et l'environnement n'a cessé de se dégrader. Il n'est plus possible d'y produire des fruits et légumes. Les poissons meurent par manque d'oxygène dans la rivière. L'eau dans la région n'est plus potable. Les entreprises minières sont accusées d'avoir déversé de manière illégale des résidus miniers toxiques dans la rivière *(Milieudefensie, SOMO et Good Electronics 2015; Scheele et al. 2016)*. Les pollutions à cause de l'industrie minière sont fréquentes en RDC. En effet, les minerais extraits y comportent, en plus des métaux recherchés au départ, des concentrations assez élevées de métaux lourds et radioactifs (Manhart et al. 2016). Des poussières de ces métaux sont dispersées dans l'environnement lors de l'extraction et du transport des minerais *(Scheele et al. 2016; Bihouix et Mauvilly 2016)*. Le problème ne se limite pas en RDC au cas du cobalt : l'extraction du tantale produit des résidus miniers contenant de hautes concentrations en uranium et en thorium, tous deux radioactifs *(Manhart et al. 2016)*. Des recherches ont montré que les Congolais·e·s vivant proches des mines avaient dans leurs urines des concentrations de cobalt, plomb, cadmium et uranium bien plus élevées qu'un·e américain·e moyen·ne – respectivement 43, 5, 4 et 4 fois plus élevées *(Scheele et al. 2016)*. La pollution à ces métaux toxiques est donc omniprésente. Les écosystèmes et les humains en sont très fortement impactés.

La région de Norilsk, dans l'extrême nord de la Russie, fournit la plus grande partie de la production mondiale de palladium, mais aussi du cuivre et du nickel – ces trois métaux étant utilisés dans l'industrie du numérique. Le problème dans ce cas provient majoritairement des opérations effectuées sur les minerais, provoquant le rejet d'énormes quantités de métaux lourds et de dioxyde de soufre *(Manhart et al. 2016)*. La région a été répertoriée tant en 2006 qu'en 2013 comme une des dix les plus polluées au monde *(Blacksmith Institute et Green Cross Switzerland 2013)*. La neige y est noire, l'air a un goût de soufre et l'espérance de vie des ouvriers/ères d'usine est de 10 ans inférieure à la moyenne russe *(Blacksmith Institute et Green Cross Switzerland 2013)*.

Cheminées à Norilsk.
© BY-SA 2.0 - ONU - Peter Prokosch

Les îles Bangka et Belitung, en Indonésie, fournissent environ un quart de la production mondiale d'étain *(USGS 2020b; Franceinfo 2015)*. Elles contiennent également des écosystèmes côtiers fragiles, composés notam-

ment de coraux, d'algues et de mangroves *(Milieudefensie et GoodElectronics 2016)*. Ces écosystèmes sont en forte dégradation, et l'extraction de l'étain à même la côte en est en partie responsable. Le sable y est aspiré par des travailleurs/euses informel·le·s, puis examiné sur un petit radeau ou déversé sur la plage avoisinante dans le but d'en retirer de la poudre du précieux métal. Les résidus sont alors directement rejetés à la mer. En résulte la mort des poissons et la suffocation des coraux et des algues *(Milieudefensie et GoodElectronics 2016; Franceinfo 2015)*. L'opération d'aspiration du sable est par ailleurs extrêmement dangereuse, de nombreux travailleurs/euses y trouvant la mort *(Franceinfo 2015)*.

Recherche d'étain dans le sable sur l'île de Bangka, en Indonésie.
© CC BY-NC-ND 4.0- Milieudefensie et GoodElectronics

Déchets numériques :

- **Quantité croissante**

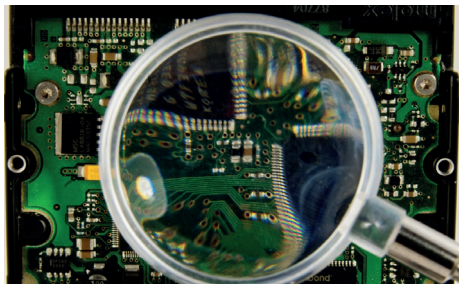
Un autre problème très inquiétant pour les écosystèmes concerne les déchets numériques. La quantité de déchets numériques produits chaque année n'est pas connue avec précision, les données à ce sujet étant très peu nombreuses. La quantité de déchets d'équipements électriques et électroniques (EEE), qui comprennent les déchets numériques mais d'autres également – ampoules, frigos, machines à laver, grille-pain, etc. – est par contre connu. Il s'élevait à 44,7 milliards de kg en 2016, soit l'équivalent d'environ 6,1 kg par personne. Les estimations pour 2021 sont de 52 milliards de kg. En Europe, le nombre de déchets de ce type était en 2016 de 16,6 kg par habitant *(Baldé et al. 2017)*. Les déchets EEE sont répertoriés en six catégories, dont l'une concerne principalement le numérique et trois autres le concerne en partie *(Baldé et al. 2017)*. De ces chiffres, nous pouvons estimer grossièrement qu'entre 5 et 10 milliards de tonnes constituaient des déchets numériques en 2016, soit environ 1 kg par personne en moyenne. Il est probable que ce chiffre augmente dans les années à venir, étant donné l'explosion du nombre d'équipements numériques – de 15 à 34 milliards entre 2010 et 2019, avec projection de 69 milliards en 2025 *(Bordage 2019, p.21)*. Le manque de données fiables concernant les déchets numériques nous obligera dans la suite à étudier uniquement le cas des déchets EEE. .

- **Recyclage partiel qui n'empêche pas des dégradations**

Les déchets EEE comprennent des produits dangereux pour la santé et l'environnement – cf. EcoInfo (2014, Tableau 3.9) pour les substances dangereuses des équipements numériques. Par conséquent, ils devraient être collectés, subir une dépollution et leurs pièces devraient être réutilisées et recyclées au maximum. Or, au niveau mondial, seulement 20% des déchets EEE ont été collectés et recyclés correctement en 2016. En Europe, le taux de déchets EEE correctement collectés et recyclés est de 35%. Ce chiffre n'a pas sensiblement augmenté depuis 2009 *(Baldé et al. 2017, p.72)*.

Le taux de recyclage est très bas.
© CC BY-SA 3.0-Volker Thies

La collecte et le recyclage n'empêchent pas des conséquences sur l'environnement et la santé. Tout d'abord, le démantèlement de certaines pièces, même si celui-ci est encadré, peut mener à la dispersion de poussières toxiques dans l'air *(Böni et al. 2015)*. Ensuite, il n'est pas possible à l'heure actuelle de recycler toutes les pièces. Dans la plupart des cas, seul le recyclage de certaines d'entre elles, comme les cartes électroniques et les batteries, est réalisable *(Böni et al. 2015)*.



La miniaturisation et l'assemblage d'une multiplicité de composants posent des difficultés.
© CC0- Domaine public

D'autres pièces ne sont tout simplement pas recyclables ou à un prix beaucoup trop élevé, parce qu'elles contiennent de trop faibles quantités de matériaux pour pouvoir les séparer les uns des autres *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. Les appareils n'ont par ailleurs pas été conçus pour pouvoir être facilement démontés (cf. Chapitre 11). Ainsi, au total, une quinzaine ou une vingtaine de métaux de nos appareils numériques sont recyclés pour être réutilisés *(Bihouix et Mauvilly 2016; Charbuillet 2017; IDDRI et al. 2018)*. Or, certains équipements numériques contiennent une majorité des 62 métaux présents sur Terre *(Rathi et al. 2013)*. Certaines pièces seront incinérées,

pouvant dans certains cas provoquer des pollutions de l'air *(Böni et al. 2015)*. Les résidus d'incinération, appelés « mâchefers », sont déversés dans des décharges ou même parfois utilisés comme sous-couche routière ou dans les matériaux de construction, alors même qu'ils contiennent des produits toxiques, comme des métaux lourds *(Bihouix et Mauvilly 2016)*. Les pièces non incinérées sont également envoyées en décharge *(Salvoch et Pirot 2019)*. Une étude de 2001 avait montré qu'à l'époque, 70% des métaux lourds contenus dans les décharges américaines provenaient des déchets EEE *(U.S. Environmental Protection Agency 2001)*. Ces résidus d'incinération et ces pièces envoyées en décharge comportent donc des risques de contamination à long terme des sols et des eaux.

Il est extrêmement difficile de connaître le sort réservé aux 80% de déchets EEE non collectés et recyclés correctement. Environ 4% du total serait composé de déchets provenant des pays à hauts revenus qui seraient jetés avec les autres déchets domestiques. Sans intervention supplémentaire, ces équipements seront alors incinérés ou envoyés en décharge, où ils vont lentement polluer l'environnement. Les 76% restants passent, eux, sous les radars, et il est extrêmement difficile de savoir ce qu'il en est advenu *(Baldé et al. 2017)*.

- **Passage dans les réseaux mafieux et envoi dans les pays du Sud**

Il semble qu'une partie d'entre eux soient récupérés par des trafiquant·e·s le long des routes, quand les habitant·e·s laissent leurs déchets pour la collecte des encombrants *(Salvoch et Pirot 2019)*. Une partie est volée dans les centres de tri des déchets et dans les centres de recyclage. Une partie est alors directement envoyée à des ferrailleurs/euses des alentours, membres du trafic. Les équipements sont alors détruits sans aucune dépollution. Les pièces restantes sont envoyées en décharge ou abandonnées dans la nature. Ces pratiques, tout à fait illégales, seraient très fréquentes *(Salvoch et Pirot 2019)*.

Dans d'autres cas, les déchets effectuent un long trajet, les faisant généralement passer par les grands ports européens (Hambourg, Anvers, Rotterdam) jusqu'à certains pays du Sud, où d'autres trafiquant·e·s les prennent en charge *(Salvoch et Pirot 2019)*. Ce trafic est très lucratif : un container de 28 tonnes de déchets EEE peut valoir entre 10000 et 15000 euros *(Odeyingbo 2019)*. Les déchets seront encore généralement revendus, comme par exemple à l'écart du Computer Village à Ikeja, près de Lagos au Nigéria. Une fois aux mains de ces revendeurs, les équipements sont désossés dans le but d'en récupérer les pièces intéressantes, qui seront à leur tour revendues. Les pièces invendables sont généralement brûlées, causant de très graves pollutions, notamment à cause des plastiques *(Salvoch et Pirot 2019)*.

Les métaux précieux des pièces récupérées ne subiront pas un sort plus enviable. Une des techniques les plus utilisée pour récupérer quelques métaux est de brûler certaines composantes *(Böni et al. 2015)*. Certain·e·s utilisent également des produits chimiques dangereux. Les produits résultant de ces opérations se retrouveront au final dans les sols et l'air *(Böni et al. 2015)*. Une revue de la littérature concernant les émissions causées par des activités de recyclage informelles en Inde et en Chine a montré des concentrations élevées en plomb, en Polybromodiphényléther, en dioxine et en furane – tous des produits très dangereux. Ces produits étaient présents tant dans les sols que dans l'air, les eaux ou encore les sédiments fluviaux *(Sepùlveda et al. 2010)*. La pratique de récupération des métaux tels que le cuivre, le fer et l'aluminium par la combustion de câbles contenant une isolation en PVC a été identifiée comme une source majeure de dioxine *(Secrétariat de la Convention de Bâle 2011)*. Il semble également que des niveaux croissants d'agents ignifuges bromés – produits chimiques dangereux et de plus en plus retirés des équipements – se trouvent dans le lait maternel des personnes vivant à proximité de sites de recyclage informel *(Manhart et al. 2011)*. Les travailleurs/euses de ce secteur, très souvent des populations marginalisées *(Böni et al. 2015)*, mettent en danger l'environnement, leur propre santé et celle des habitant·e·s de la région. Avec comme récompense un revenu de misère. Une partie des travailleurs/euses sont d'ailleurs des enfants *(Salvoch et Pirot 2019)* – cf. Chapitre 1 pour plus de détails sur les conditions de travail dans l'univers numérique.

Ainsi, on trouve des décharges de déchets EEE servant en même temps de lieu de travail pour le recyclage informel à Agbobloshie (Ghana), Lagos (Nigéria), Bangalore (Inde), Karachi (Pakistan) ou encore Guiyu (Chine) *(Bihouix et Mauvilly 2016; Böni et al. 2015; Salvoch et Pirot 2019)*. La décharge la plus connue est certainement celle d'Agbogbloshie, dans la banlieu d'Accra, au Ghana. Il y a une vingtaine d'années, cet endroit était encore composé de pâturages et de lagunes où les habitant·e·s venaient pêcher et se baigner. Aujourd'hui, c'est une des dix zones les plus polluées au monde *(Blacksmith Institute et Green Cross Switzerland 2013)*. Environ 40.000 personnes, dont de nombreux enfants, y travaillent à l'aide de pierres, de barres de fer et de marteaux. Une fois les pièces intéressantes isolées, elles sont brûlées pour en récupérer une partie des métaux. La composition du sol sur le site y est proche de celle d'un minerai. Parmi les substances retrouvées en quantités dangereuses se trouvent le cadmium, le plomb, le mercure et des terres rares. Lors de chaque pluie, une marée noire ruisselle vers l'océan Atlantique, se répandant et polluant au final toute la planète *(Salvoch et Pirot 2019)*.

Ghanéen·ne·s brûlant des câbles électriques à Agbogbloshie, au Ghana, en septembre 2019.
© CC BY-SA 4.0 - Muntaka Chasant

Décharge d'Agbobloshie, Ghana.
©CC BY-SA 2.0-Agbogbloshie Makerspace Platform

Dans ces décharges se retrouvent des déchets numériques du monde entier. Des ordinateurs de la prestigieuse King's College School de Londres ou encore de l'hôpital universitaire de Groningue, aux Pays-Bas, sont des exemple d'appareils retrouvés à Agbobloshie *(Salvoch et Pirot 2019)*. Au total, environ 3,5% des déchets EEE européens finiraient dans les pays du Sud. Le cas des Etats-Unis est bien plus préoccupant, puisque 40% de leurs déchets EEE y seraient envoyés *(Puckett et al. 2019)*. Ce chiffre de 3,5% correspond tout de même à 350.000 tonnes de déchets dangereux chaque année *(Puckett et al. 2019)*.

Ce trafic, qu'il se déroule au sein de l'UE ou en dehors, est illégal mais extrêmement difficile à contrôler. En pratique, peu d'efforts semblent mis en place dans les pays européens pour arrêter ce trafic, les effectifs censés le contrôler ayant diminué *(Kuerch 2019)*. De plus, certains pays bloquent la mise en place de réglementations internationales plus strictes *(Salvoch et Pirot 2019)*.

Conclusion

Ce chapitre a montré que le numérique amène avec lui des potentiels positifs comme négatifs. D'un côté, il peut aider à sauvegarder les écosystèmes. D'un autre, il participe à leur dégradation. La formule suivante s'applique ainsi à cette situation : « la technologie n'est ni bonne ni mauvaise, sans pour autant axvoir un impact neutre » (Kranzberg 1986). Le numérique peut donc, dans ce cas comme dans d'autres, avoir un impact général positif comme négatif. Il nous incombe, tant individuellement que collectivement, de l'utiliser de manière à en retirer un maximum de positif tout en évitant le négatif. Dans ce cas, il ne faudrait idéalement garder que les services numériques les plus utiles pour la population – notamment ceux participant à la sauvegarde des écosystèmes – tout en réduisant au maximum leur impact sur ces écosystèmes. Certaines mesures visant à diminuer l'impact environnemental de la fabrication et de l'utilisation du numérique ont été mentionnées aux Chapitres 10 et 11. Une mesure supplémentaire spécifique au cas des déchets est de veiller à ce qu'ils se retrouvent dans les filières légales de recyclage, notamment en les amenant aux centres de tri.

En bref !

- Le numérique peut être utilisé pour la protection et la conservation des écosystèmes. Il apporte l'espoir d'opérations plus efficaces, plus rapides et moins coûteuses.
- Le numérique participe également à la dégradation des écosystèmes :
  - ◊ La fabrication des métaux nécessaires aux équipements digitaux a un très lourd impact sur les écosystèmes régionaux. Elle est responsable de nombreux désastres écologiques.
  - ◊ La consommation numérique d'un·e Français·e entraîne chaque année le déplacement de 197 kilogrammes de terre, et représente plus de 6% de sa consommation domestique d'eau douce.
  - ◊ Les déchets numériques sont rarement collectés et recyclés correctement. Ils se retrouvent dans des réseaux mafieux, où l'opération de récupération de quelques métaux s'effectue à prix fort pour l'environnement.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 1 : Numérique Durable, ça voudrait dire quoi ?

- Activité 1 : "L'empreinte écologique ?"

Parcours 2 : Vous avez dit écologique ?

- Activité 1 "Le cycle de vie du smartphone"
- Activité 2 "En quête d'infos !"

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 4 "Le débat philo !"

Parcours 4 : Quels effets rebonds ?

- Activité 1 " Effets rebonds au quotidien ? "

Parcours 5 : Comment agir ?

- Activité 1 " En quête de solutions !"

Parcours 6 : Un futur avec ou sans numérique ?

- Activité 1 "Des futurs contradictoires ?"

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 1 (1.1., 1.2., 1.3., 1.4., 1.5., 1.6.), 2 (U.A. 2.1.), 3 (U.A. 3.4.), 4 (U.A. 4.1., 4.2.), 5 (U.A. 5.1.), 6 (U.A. 6.2., 6.3., 6.4.).

Bibliographie :

• AFP. 2019. Les principales "extinctions de masse" sur la Terre [En ligne].

• Andrachuk, M. et al. 2019. Smartphone technologies supporting community-based environmental monitoring and implementation: a systematic scoping review. Biological Conservation 237, pp.430-442.

• Arts, K. et al. 2015. Digital technology and the conservation of nature. Ambio 44(4), pp. 661-673.

• Aufray, R. et Rovillé, M. Sans date. Qu'est-ce qu'un écosystème ? [En ligne].

• Baldé, C. 2017. The Global E-waste Monitor – 2017. Bonn/Geneva/Vienna : United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA).

• Bihouix, P. et Mauvilly, K. 2016. Le désastre de l'école numérique : plaidoyer pour une école sans écrans. Paris : Seuil.

• Blacksmith Institute et Green Cross Switzerland. 2013. The world's worst 2013: The top ten toxic threats. Cleanup, progress, and ongoing challenges. New York et Zürich.

• Böni, H. et al. 2015. Recycling of ICT Equipment in Industrialized and Developing Countries. Dans : Hilty, L. et Aebischer, B. eds. ICT Innovations for Sustainability. Zurich : Springer.

• Bordage, F. 2019. Empreinte environnementale du numérique mondial. GreenIT.fr.

• Bordage, F. et al. 2020. Impacts environnementaux du numérique en France.

• Blumstein, D. et al. 2011. Acoustic monitoring in terrestrial environments using microphone arrays: Applications, technological considerations and prospectus. Journal of Applied Ecology 48, pp.758-767.

• Byrne, P. et Hudson-Edwards, K. 2018. Three ways making a smartphone can harm the environment [En ligne]

• Byrne, P. et al. 2018. Water quality impacts and river system recovery following the 2014 Mount Polley mine tailings dam spill, British Columbia, Canada. Applied Geochemistry 91, pp.64-74.

• Cash Investigation. 2015. Les secrets inavouables de nos téléphones portables. Paris : Premières lignes.

• Chapron, G. 2017. The environment needs cryptogovernance. Nature 545(7655), pp. 403-405.

• Charbuillet, C. 2017. Dans : Dufour, A. Quel est l'impact environnemental d'un téléphone portable ? [En ligne]. La Croix.

• Secrétariat de la Convention de Bâle. 2011. DEEE en Afrique : Etat des lieux. Châtelaine, Suisse.

• eBird. 2020.

• EcoInfo. 2010. Les impacts environnementaux liés à la production du silicium [En ligne].

• EcoInfo. 2011. Impacts de la production du lithium [En ligne].

• EcoInfo. 2012. Impacts environnementaux [En ligne].

• EcoInfo. 2014. Les impacts écologiques des DEEE [En ligne].

• Fing et Transitions². 2019. L'agenda pour un futur numérique et écologique.

• Franceinfo. 2015. Bangka, l'île indonésienne sacrifiée au nom de la poudre d'étain [En ligne].

• GIEC. 2018. Global warming of 1.5°C.

• Global Footprint Network. 2019a. Country Trends [En ligne].

• Global Forest Watch. 2020. About [En ligne].

• Hallmann, C. et al. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12(10): e0185809.

• Howson, P. 2020. Building trust and equity in marine conservation and fisheries supply chain management with blockchain. Marine Policy 103873

• Joppa, L. 2015. Technology for nature conservation: An industry perspective. Ambio 44, pp.522–526.

• Kranzberg M. 1986. Technology and history: Kranzberg's laws. Technology and Culture 27, pp.544-560.

• Kuerch, R. 2019. Dans : Salvoch, C. et Pirot, A. 2019. Déchets électroniques : Le grand détournement. Paris : Maximal et France Télévision.

• Lamba, A. 2019. Deep learning for environmental conservation. Current Biology 29(19), pp. R977-R982.

• Lambertini, M. 2017. Life on land. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.121-124.

• Let's Do It. 2020.

• Lim, K. 2017. Life below water. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.108-113.

• IDDRI (Institut du développement durable et des relations internationales) et al. 2018. Livre blanc Numérique et Environnement.

• iNaturalist. 2020.

• InfoAmazonia. 2020. About [En ligne].

• IPBES (Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques). 2019. Summary for policymakers of the global assessment report. Bonn : IPBES secrétariat.

• Manhart, A. et al. 2011. Informal e-waste management in Lagos, Nigeria – socio-economic impacts and feasibility of international recycling co-operations. Fribourg : Öko-Institut.

• Manhart, A. et al. 2016. Resource Efficiency in the ICT Sector. Allemagne : Greenpeace et Öko-Institut.

• Maughan, T. 2015. The dystopian lake filled by the world's tech lust [En ligne]. BBC Future.

• McGranahan, G. 2006. Urban Transitions and the Spatial Displacement of Environmental Burdens. In: Marcotullio, P. and McGranahan, G. eds. Scaling Urban Environmental Challenges: From Local to Global and Back. London: Earthscan, pp. 18-44.

• Merchant, B. 2017. Op-Ed: Were the raw materials in your iPhone mined by children in inhumane conditions? [En ligne]. Los Angeles Times.

• Milieudefensie et GoodElectronics. 2016. Responsible Mining: Tin.

• Milieudefensie, SOMO (Centre for Research on Multinational Corporations) et Good Electronics. 2015. Katanga calling: Congolese cobalt and consumer electronics. Amsterdam.

• Natural Capital Project. 2020.

• Ocean Cleanup. 2020. About [En ligne].

• Odeyingbo, S. 2019. Dans : Salvoch, C. et Pirot, A. 2019. Déchets électroniques : Le grand détournement. Paris : Maximal et France Télévision.

• ONU. 2016. Vie aquatique : Pourquoi est-ce important ? [En ligne].

• ONU. 2019. Vie terrestre : Pourquoi est-ce important ? [En ligne].

• Pearson, S. et al. 2019. Brazil's Vale Vowed 'Never Again.' Then Another Dam Collapsed [En ligne]. The Wall Street Journal.

• Peters, A. 2019. These tree-planting drones are firing seed missiles to restore the world's forests [En ligne]. Fast Company.

• Pettorelli, N. et al. 2014. Satellite remote sensing, biodiversity research and conservation of the future. Philosophical Transactions of the Royal Society B (369).

• Puckett, J. et al. 2019. Holes in the Circular Economy: WEEE Leakage from Europe. Seattle : Basel Action Network.

• Rathi, A. et al. 2013. Metals in your smartphone have no substitutes [En ligne].

• Régnier, C. et al. 2015. Mass extinction in poorly known taxa. Proceedings of the National Academy of Sciences 112(25), pp.7761-7766.

• Salvoch, C. et Pirot, A. 2019. Déchets électroniques : Le grand détournement. Paris : Maximal et France Télévision.

• Scheele, F. et al. 2016. Cobalt blues: Environmental pollution and human rights violations in Katanga's copper and cobalt mines. Amsterdam : SOMO (Centre for Research on Multinational Corporations) et Good Electronics.

• SDES. 2019. Évolution de la consommation domestique journalière d'eau potable [En ligne].

• Sepùlveda, A. et al. 2010. A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: Examples from China and India. Environmental Impact Assessment Review 30(1), pp.28-41.

• Singer, P. 1975. Animal Liberation: A New Ethics for Our Treatment of Animals. New York : Random House.

• The Shift Project. 2018. Lean ICT : Pour une sobriété numérique [En ligne].

• Trisos, C. et al. 2020. The projected timing of abrupt ecological disruption from climate change. Nature 580, pp. 496-501.

• U.S. Environmental Protection Agency. 2001. Computers, E-Waste, and Product Stewardship: Is California Ready for the Challenge? [En ligne].

• USGS (U.S. Geological Survey). 2020a. Mineral Commodity Summaries: Rare earths.

• USGS (U.S. Geological Survey). 2020b. Mineral Commodity Summaries: Tin.

• Villani, C. 2018. Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale et européenne. Paris : AI for humanity.

• Williams, E. et al. 2002. The 1.7 Kilogram Microchip: Energy and Material Use in the Production of Semiconductor Devices. Environmental Science & Technology 36(24), pp.5504-5510.

• WWF. 2018. Rapport Planète Vivante 2018 : Soyons ambitieux. Grooten, M. et Almond, R. Eds. Gland, Suisse : WWF International.

• WWF. 2020. Threats: Water scarcity [En ligne].

13. VILLES ET COMMUNAUTÉS DURABLES

© CC 0 - PxSphere

CHAPITRE 13: VILLES ET COMMUNAUTÉS DURABLES

Pourquoi est-ce important ?

Les villes abritent aujourd'hui environ la moitié de la population mondiale (ONU 2016) et trois quarts de la population européenne (Eurostat 2018). Ces chiffres devraient atteindre respectivement 70 et 80% en 2050 (Clos 2017; Eurostat 2018). Les villes sont par ailleurs les plaques tournantes pour les idées, le commerce, l'emploi, la culture, la science ou encore le développement social (ONU 2016). Elles sont également considérées comme un niveau d'action primordial à la mise en place de solutions pour lutter contre les problèmes environnementaux (Ostrom 2009). En somme, elles sont extrêmement importantes pour les sociétés humaines.

Pour autant, les villes sont associées à de nombreux problèmes et défis. Ainsi, bien qu'elles ne représentent que 3 à 4% des terres immergées, elles génèrent environ 70% des émissions de gaz à effet de serre (GES) mondiales. La pollution de l'air provoque des décès prématurés estimés entre 400.000 (Eurostat 2018) et 800.000 (Carrington 2019) personnes en Europe chaque année, soit 15 à 30 fois plus que les accidents de la route (Eurostat 2018). Environ 90% des citadin·e·s mondiaux respiraient un air insalubre en 2016 (ONU 2016), ce chiffre étant de 74% en Europe (Eurostat 2018). Le bruit, très présent en ville, est également la cause de 16.600 décès prématurés chaque année en Europe (Eurostat 2018). À ces problèmes s'ajoutent les logements insalubres et de piètre qualité, les infrastructures dégradées, les nombreux embouteillages ou encore de hauts taux de criminalité et de vandalisme (ONU 2016; Eurostat 2018).

La refonte des villes est donc nécessaire, pour que chacun·e puisse y vivre une vie épanouissante tout en ne portant pas préjudice à l'environnement et aux générations futures.

Smart city

Depuis une vingtaine d'années, le concept de « smart city », ou ville intelligente en français, a fait son apparition. C'est une expression assez vague à laquelle il est difficile de donner une définition *(Van den Buuse et Kolk 2019)*, essentiellement parce qu'elle a été créée dans le but marketing d'attirer l'attention *(Höjer et Wangel 2015)*. La smart city réfère en général au déploiement massif de services numériques* dans les villes *(Union européenne 2014; Fing et Transition2 2019)*, contenant notamment des capteurs, de nombreux objets connectés* à l'Internet des objets* ou encore des intelligences artificielles*. Ces technologies permettent de récolter des informations qui, une fois interprétées, peuvent rendre plus efficaces certains processus urbains.

Les buts officiels de la smart city sont d'améliorer la qualité de vie des résident·e·s et visiteurs/euses, d'augmenter la compétitivité économique pour attirer de nouveaux talents et de nouvelles entreprises, et de rendre les villes écologiquement durables *(Eggers et Skowron 2018; Ferro de Guimarães et al. 2020)*.

Il existe de nombreux exemples d'utilisation du numérique en milieu urbain. Ainsi, des capteurs servent à détecter les zones à haute pollution, indispensable à une action coordonnée pour la réduire *(Woetzel et al. 2018a)*. À Cascais au Portugal, une application mobile permet aux citoyen·ne·s de photographier et de rapporter des incidents et problèmes au service municipal *(Eggers et Skowron 2018)*. La ville de Boston aux États-Unis a créé une application mobile qui, une fois téléchargée, utilise les capteurs du smartphone pour localier les nids de poule au sein de la ville *(Eggers et Skowron 2018)*.

À Exeter, au Royaume-Uni, un système se basant sur des capteurs et sur l'imagerie satellite a été mis en place pour améliorer l'efficacité du service de ramassage des déchets. Il a permis de gagner du temps, de mieux organiser la collecte, et de faire plus avec moins sans avoir à acheter de nouveaux camions ou d'embaucher du nouveau personnel. Pour un investissement initial de 240.000 livres sterling, la ville estime avoir économisé plus de 800.000 livres depuis sa mise en place *(Eurisy 2019)*.

Des exemples similaires existent concernant les systèmes d'acheminent d'eau ou encore d'éclairage public *(Eggers et Skowron 2018)*. Des villes futuristes, remplies de services urbains digitaux ont même été construites ou sont en construction, telles que Songdo en Corée du Sud ou Masdar City aux Émirats arabes unis.

Il existe plusieurs grands domaines d'application de la smart city : la mobilité, l'habitat, la sécurité, l'économie et les entreprises, l'énergie et les ressources naturelles ou encore la gouvernance *(Höjer et Wangel 2015; Eggers et Skowron 2018)*. Dans la suite, nous détaillerons les trois premiers cas. Les trois derniers sont abordés respectivement dans les Chapitres 3, 12 et 10.

Le concept de smart city développe de nombreux domaines d'application numériques.
© CC - CND (photo PxSphere)

* *Mot ou acronyme défini en fin de document*

Promesses du numérique

Mobilité - « smart mobility » :

Le terme « smart mobility », ou mobilité intelligente en français, caractérise l'utilisation de services numériques* dans le domaine de la mobilité. Celle-ci est présentée comme ayant de nombreux avantages.

Le concept de smart city développe de nombreux domaines d'application numériques.
© CC - CND (photo PxSphere)

- **Fluidification du trafic routier**

Certains services numériques permettraient de fluidifier le trafic. L'application mobile Waze est un assistant à la conduite qui, aidé des informations de localisation des utilisateurs/rices, s'adapte aux ralentissements et problèmes sur les routes pour proposer à tout instant le trajet le plus rapide *(Fing et Transition2 2019)*.

Des services numériques peuvent également détecter plus rapidement ou même prévenir les problèmes dans l'infrastructure routière, par exemple une panne de signalisation. Les systèmes de « parking intelligent » informent sur l'emplacement des places de parking disponibles, évitant ainsi de tourner sans fin dans la ville *(Woetzel et al. 2018b)*.

Des panneaux de signalisation « intelligents », qui s'adapteraient au trafic à tout moment pour le fluidifier, sont également en phase de test. Ces panneaux pourraient par exemple permettre de réduire la vitesse limite durant les moments de forte affluence ou de rouler sur la bande des bus quand ceux-ci n'y sont pas. Ces différents innovations pourraient, prises toutes ensembles et utilisées à leur potentiel maximal, diminuer de presque 10% le temps de trajet moyen *(Woetzel et al. 2018b)*.

- **Réduction de la pollution et des émissions de gaz à effet de serre**

Certains services numériques permettraient de réduire l'impact environnemental du secteur du transport *(Axsen et Sovacool 2019)*. Ces innovations font en général partie du concept de « mobilité partagée » qui, comme son nom l'indique, caractérise la manière de se déplacer à l'aide de plusieurs moyens de transport sur un même trajet.

Des systèmes de vélos, scooters, trottinettes ou encore voitures partagées ont ainsi fait leur apparition. Ils peuvent favoriser l'utilisation des transports en commun quand ceux-ci ne sont pas présents sur l'entièreté du trajet *(Fing et Transition2 2019)*. Des plateformes telles qu'Uber, Lyft ou BlaBlaCar permettent également de partager un trajet en voiture avec d'autres personnes. Même si ce n'est pas leur motivation principale, elles augmentent le taux d'occupation des véhicules, réduisant ainsi la pollution et les émissions de GES *(Fing et Transition2 2019)*.

- **Voiture autonome**

D'ici quelques années ou décennies, la mobilité pourrait de nouveau être radicalement transformée par l'arrivée des voitures autonomes. Capables de rouler sans aide humaine, elles pourraient éviter de nombreux accidents ainsi que grandement fluidifier le trafic *(Axsen et Sovacool 2019)*. Les voitures autonomes pourraient ainsi être programmées pour rester à tout moment à une distance définie de la voiture la précédant, évitant ainsi de nombreux ralentissements. Par ailleurs, si les voitures autonomes sont utilisées de manière partagée, elles pourraient permettre de réduire drastiquement les émissions de GES du secteur du transport *(Wadud et al. 2016)*.

Habitat - « smart home » ou « smart building » :

Les termes de « smart home » et « smart building », maison intelligente et bâtiment intelligent en français, désignent un habitat où le numérique a grandement fait son apparition.

Parmi une large gamme d'objets dans cette catégorie, nous pouvons citer les thermostats connectés, les lampes connectées, les systèmes de sécurité informatiques, les robots aspirateurs ou encore les assistants personnels tels qu'Alexa, Siri ou Google Assistant. Le stade le plus avancé « d'intelligence » dans l'habitat, pas encore atteint aujourd'hui, est de produire des bâtiments totalement automatisés qui prédiraient et s'adapteraient aux besoins de ses occupant·e·s en toutes circonstances et qui, de plus, seraient intégrés dans un réseau plus large, au sein du voisinage, de la ville ou du pays *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020)*.

La "smart Home" promet de nombreuses évolutions dans nos habitats.
© CC 0- PxSphere

- **Optimisation de l'utilisation d'énergie et de ressources**

Certains objets de la smart home ont simplement pour objectif d'améliorer le confort de vie, d'amuser ou encore d'élever le statut social de leurs utilisateurs/rices *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020)*. D'autres ont le potentiel de réduire la consommation de ressources, notamment d'énergie. Ainsi, un thermostat connecté permet de diminuer la température à distance. Il peut aussi anticiper les comportements des occupant·e·s et se baser sur les données* météorologiques pour prédire les besoins en chauffage à certains moments de la journée, et ainsi éviter la surutilisation *(AIE et OCDE 2017)*. Les lampes connectées peuvent s'éteindre si personne n'est dans la pièce.

Les mêmes fonctionnalités s'appliquent pour d'autres objets tels que le four ou encore la télévision restée en veille. Ce type de service peut être particulièrement utile dans les bâtiments de bureau, où davantage de personnes ont tendance à oublier de baisser le chauffage durant la nuit ou de laisser les appareils en veille. Au total, il est estimé que ces technologies pourraient réduire jusqu'à 10% l'utilisation d'énergie dans les habitations d'ici à 2040 *(AIE et OCDE 2017)*.

- **Optimisation de l'espace**

De plus, le numérique aide à optimiser l'utilisation de l'espace grâce notamment à des plateformes telles qu'Airbnb ou CouchSurfing. De cette manière, le numérique participerait à réduire la construction de nouveaux bâtiments *(Fing et Transition2 2019)*.

Sécurité :

Au-delà de la surveillance caméra, de multiples applications sont envisagées pour plus de sécurité au quotidien.
© CC 0- PxSphere

À l'aide des innovations déjà mentionnées, la smart city pourrait diminuer le nombre d'accidents de la route (*Woetzel et al. 2018b)*, envoyer une alerte si une personne âgée oublie d'éteindre ses plaques de cuisson, ou encore contacter les pompiers lorsqu'un objet connecté détecte la présence de fumée à l'intérieur. Parallèlement, les systèmes de sécurité et d'alarme deviennent de plus en plus perfectionnés grâce au numérique *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020)*.

Le numérique peut également aider la police à réduire la criminalité. Par exemple, certains logiciels* parviennent à détecter les coups de feu. Ainsi, si un micro relié au réseau de la police détecte un coup de feu grâce à un tel logiciel, elle sera plus rapidement présente sur les lieux du crime *(Woetzel et al. 2018b)*. Un autre exemple concerne la prévention des crimes, notamment à l'aide de l'intelligence artificielle. Il y a quelques années, la ville de Santa Cruz, en Californie, a commencé à appliquer des algorithmes basés sur les données de criminalité dans la ville dans le but de prédire le lieu et le moment exacts où les vols étaient probables et, ainsi, déployer des policiers/ères en conséquence. Au cours des six premiers mois de ce programme, les cambriolages ont chuté de 14% et les vols de voiture de 4% *(Woetzel et al. 2018b)*.

Dans une ville comme New York, il a été estimé que la mise en place efficace et à leur potentiel maximal de ces différentes technologies pourrait diminuer le taux de criminalité de plus de 10% *(Woetzel et al. 2018b)*.

Critiques

Les acteurs/rices de la smart city promettent très facilement que leurs services rendront les villes plus épanouissantes et plus durables *(Fing et Transition2 2019)*. Cependant, les chiffres et scénarios généralement cités sont souvent trop optimistes. Ces derniers se basent sur une utilisation « idéalisée » des nouvelles technologies par la population. Au lieu de suivre des scénarios réalistes, les défenseurs/euses de la smart city imaginent la manière avec laquelle la population devrait réagir pour atteindre les objectifs escomptés *(Axsen et Sovacool 2019)*. Par conséquent, les recherches ont souvent tendance à surestimer les bénéfices du numérique. L'indépendance de ces recherches est par ailleurs fortement mise en doute, étant donné que bon nombre d'entre elles sont réalisées par des acteurs/rices de la smart city *(Axsen et Sovacool 2019)* [1].

Gains environnementaux grâce à la smart city ? Phénomène d'effet rebond :

L'effet rebond est un phénomène selon lequel la diminution de la quantité d'énergie ou de ressource naturelle nécessaire à la réalisation d'une activité est partiellement ou totalement compensée à la suite de l'adaptation du comportement de la société *(Villani 2018)*. Dit autrement, la baisse de la quantité de ressources nécessaires serait compensée, au moins en partie, par les changements de comportements individuels et collectifs. Il existe plusieurs types d'effet rebond, six d'entre eux sont expliqués en détail au Chapitre 11. Ce phénomène est très présent dans les domaines de la mobilité et de l'habitat.

- **Dans la mobilité**

Si, comme promis par ses défenseurs/euses, la smart city rend le trafic urbain plus fluide, alors il est probable

que la population s'adapte à cette nouvelle situation et utilise davantage la voiture en conséquence *(Gossart 2015)*. À long terme, si le temps de trajet diminue, la population pourrait avoir tendance à s'installer plus loin, augmentant ainsi le trafic sur les routes, la pollution et les émissions de GES.

Par ailleurs, la smart mobility permet de réduire les coûts par trajet, par exemple en prenant un Uber plutôt qu'un taxi traditionnel, en utilisant Waze pour diminuer la quantité d'essence consommée, ou en divisant les frais d'un trajet en partageant sa voiture grâce aux plateformes de covoiturage telles que BlaBlaCar. L'argent économisé sera, d'une manière ou d'une autre, réinvesti. Ainsi, peut-être sera-t-il utilisé pour partir davantage en vacances en avion ou pour acheter un nouvel objet connecté. Le gain environnemental d'un côté est alors partiellement ou totalement compensé de l'autre.

Au total, Coulombel et al. *(2019)* ont estimé que l'effet rebond dans la « smart mobility » se situerait entre 68 et 77% pour les émissions de GES, et un peu moins pour le trafic et la pollution. En d'autres termes, la diminution est de 3 à 4 fois moins importante que ce qui était promis par les promoteurs/euses de la smart city. Et encore, cette étude ne prend en compte que certains types d'effet rebond. Il est également probable que certains services numériques renforcent le modèle sociétal d' « automobilité », c'est-à-dire le modèle de la voiture comme mode de transport dominant *(Axsen et Sovacool 2019)*. En intégrant les effets rebonds non comptabilisés, le gain environnemental promis au départ devrait être presque totalement compensé. Pire, il mènerait à une dégradation de l'environnement si l'effet rebond total est au-delà de 100%.

- **Dans l'habitat**

Le phénomène d'effet rebond est également présent dans le secteur de l'habitat. Ainsi, vous effectuez généralement des économies en louant un Airbnb au lieu d'une chambre d'hôtel ou en consommant moins de chauffage ou d'électricité grâce aux thermostats et lampes connectés. L'argent réinvesti ailleurs provoquera un effet rebond.

Il semble que l'effet rebond pour les habitations soit de l'ordre de 60% *(Walzberg et al. 2020)*. Cette étude n'a, néanmoins, pu quantifier que l'effet au niveau individuel. Plusieurs effets rebonds collectifs et systémiques sont probables. Par exemple, l'omniprésence de plateformes de type Airbnb pourrait avoir tendance à transformer la société en la poussant à partir davantage en vacances. L'utilisation d'objets connectés « écoresponsables » dans l'habitat pourrait parallèlement inciter à l'achat d'autres objets numériques n'apportant aucun bénéfice environnemental *(Santarius 2017)*. De nouveau, l'effet rebond dans le secteur de l'habitat pourrait à peu près compenser les gains promis au départ.

- **Impact environnemental négligé du numérique**

La plupart des études ont tendance à ne pas prendre en compte l'impact environnemental du numérique lui-même *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2019)*. Comme expliqué aux Chapitres 10 et 12, celui-ci est important. De plus, les appareils faisant partie de l'univers numérique ayant généralement une très courte durée de vie, notamment pour cause d'obsolescence programmée (cf. Chapitre 11), il est probable qu'ils doivent être remplacés régulièrement, augmentant l'impact environnemental en conséquence.

Problèmes de sécurité et de vie privée :

Bien que la smart city ait le potentiel d'augmenter la sécurité au sein de la ville, d'autres défis et craintes surgissent. Tout d'abord, les objets connectés peuvent être piratés. Plus la ville est « intelligente », plus elle est sujette aux brèches de sécurité informatique *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020)*. Ainsi, un simple grille-pain connecté pourrait être une entrée pour le piratage de tous les objets connectés de la smart home *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020)*. Les problèmes sont similaires dans le domaine de la mobilité : que faire si les panneaux de signalisation intelligents sont piratés ou, à l'avenir, si une voiture autonome est piratée ?

Par ailleurs, les objets numériques récupérant généralement de nombreuses données, les personnes et organisations en possession de ces données peuvent les utiliser à des fins dommageables. Les outils d'interprétation de données sont devenus tellement performants qu'ils parviennent à mieux nous comprendre à l'aide de données a priori anodines. Le célèbre intellectuel Yuval Harari *(2019, de 37:15 à 38:45)* est persuadé que les algorithmes arrivent déjà aujourd'hui à mieux nous comprendre que nous-mêmes. En guise d'exemple, il raconte qu'il est convaincu que, s'il avait été adolescent à notre époque, certaines intelligences artificielles de Google, Facebook ou Amazon auraient remarqué son homosexualité avant lui. Que se passe-t-il quand l'algorithme transmet cette information, non pas à la personne, mais au publicitaire ou au pouvoir en place ? Ce type d'outil peut notamment être utilisé par des États à des fins non démocratiques (cf. Chapitre 10). Le sujet très vaste de la vie privée à l'ère digitale est également abordé aux Chapitres 4 et 10.

Autres problèmes sociaux :

Les services numériques de la smart city provoquent également des défis et problèmes sociaux. De nombreuses entreprises du numérique, notamment Uber, sont critiquées pour les conditions de travail de leurs collaborateurs/rices (cf. Chapitre 3). Par ailleurs, la smart city n'est pas accessible à tous, par exemple lorsque les services sont payants *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020)*. Les personnes âgées et les populations marginalisées ont par ailleurs plus de difficultés à utiliser ces services, ce qui peut amplifier les inégalités et mener à un sentiment d'exclusion de l'environnement urbain *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020; Van Eeckhout et Legros 2018)*. Les aspects sociaux, positifs comme négatifs, liés au numérique sont abordés plus en détail dans la Partie socio-économique, principalement dans les Chapitres 5 et 9.

Conclusion

Il semble que la smart city n'ait jusqu'à présent pas réussi à atteindre ses promesses de réduction d'impact environnemental et d'augmentation de la qualité de vie. De plus, même si les quelques pourcents d'amélioration promis se réalisaient, il est bon de se demander s'il s'agit de la meilleure stratégie pour parvenir à des villes et communautés durables. Il est possible que mettre l'accent sur des politiques de rénovation de l'habitat et de promotion des transports en commun se révèle bien plus efficace *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020)*.

Une des raisons principales pour laquelle la smart city semble jusqu'à présent ne pas remplir ses promesses est qu'elle n'a pas réellement été pensée pour améliorer la qualité de vie et pour rendre les villes plus durables. En général, les innovations de la smart city ont avant tout des motivations économiques *(Bertossi 2016)* et technologiques *(Eggers et Skowron 2018)*. En réalité, la mise en place des technologies dans les villes est souvent la fin en soi. Les objectifs environnementaux et sociaux sont en réalité largement secondaires *(Bertossi 2016)* – ce n'est pas le cas partout, notamment à Grenoble *(Fing et Transition2 2019)*. Or, il est peu probable que les innovations de la smart city réussissent à apporter des résultats réellement positifs dans les domaines sociaux et environnementaux tant qu'elles n'auront pas été réellement conçues pour y parvenir *(Fing et Transition2 2019; Zheng et al. 2020)*.

Nous ne devons cependant pas rester sur ce constat d'échec et céder à un certain pessimisme concernant le numérique. En effet, il a toujours le potentiel de rendre les villes plus épanouissantes et plus durables. Aujourd'hui par exemple, il est considéré que la voiture autonome, selon la manière avec laquelle elle sera utilisée et implantée dans les villes, mènera à une diminution par deux ou à une augmentation par deux des émissions de GES liées au transport *(Wadud et al. 2016)*.

En réalité, le numérique n'est qu'un outil pour atteindre un objectif, et il n'y arrivera pas tout seul. Pour y parvenir, il doit être accompagné et coordonné par des politiques visant avant tout à remplir des objectifs sociaux et environnementaux, tout en se basant sur une recherche indépendante à ce sujet *(Sovacool et Furszyfer Del Rio 2020; Sperling 2018; Axsen et Sovacool 2019)*. De cette manière, la smart city pourra commencer à atteindre certains des objectifs que ses défenseurs/euses promettent continuellement.

En bref !

- La « smart city », ou ville intelligente, caractérise le déploiement massif du numérique dans les villes. Il les transforme en profondeur dans de nombreux domaines, notamment la mobilité, l'habitat et la sécurité.
- Les défenseurs/euses de la smart city promettent qu'elle permettra d'y améliorer la qualité de vie et de la rendre plus durable.
- Jusqu'à présent, ces promesses ne semblent pas se réaliser en pratique.
- Le phénomène d'effet rebond y semble être très important, supprimant en grande partie les gains environnementaux annoncés au départ.
- Une des raisons à ce constat d'échec relève du fait que la smart city est d'abord mise en place pour satisfaire à des objectifs économiques et technologiques, et non sociaux et environnementaux.
- Pour parvenir à réellement rendre les villes et communautés durables, le numérique devra être accompagné de politiques coordonnées et éclairées par une recherche scientifique indépendante.

Ressources connexes pour la classe !

Parcours 1 : Numérique Durable, ça voudrait dire quoi ?

- Activité 1 : "L'empreinte écologique ?"

Parcours 2 : Vous avez dit écologique ?

- Activité 2 "En quête d'infos !"
- Activité 3 "Le Quizz numérique ! "

Parcours 3 : Qu'est-ce que le numérique apporte dans ma vie, dans nos vies ?

- Activité 4 "Le débat philo !"

Parcours 6 : Un futur avec ou sans numérique ?

- Activité 1 "Des futurs contradictoires ?"
- Activité 2 " La lettre du futur !"

Approfondir encore ses connaissances:

Modules de formation : 1 (U.A. 1.5.), 6 (U.A. 6.3. et 6.4.).

Notes

[1] Dans la partie "Promesses du numérique", nous avons tenté de n'inclure que des études et articles avec des méthodologies sérieuses. Les références "Woetzel et al. (2018)" et "Eggers et Skowron (2018)" rapportent à des travaux des entreprises de consultance McKinsey & Company et Deloitte. Ces entreprises ne sont pas des lobbies du numérique, mais il est tout de même dans leurs intérêts de promouvoir l'utilisation du numérique. En effet, avec des chiffres appétissants, les gouvernements auront tendance à mettre en place les outils de la smart city, et à ainsi embaucher ces entreprises comme consultants.

Bibliographie :

• *AIE (Agence internationale de l'énergie) et OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). 2017. Digitalisation and Energy : Technology report – November 2017 [En ligne]. Disponible à : www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy [Consulté le : 1 juin 2020].*

• *Axsen, J. et Sovacool, B. 2019. The roles of users in electric, shared and automated mobility transitions. Transportation Research Part D: Transport and Environment 71, pp. 1-21.*

• *Bertossi, F. 2016. Villes intelligentes, «smart», agiles : Enjeux et stratégies de collectivités françaises. Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer et Commissariat Général au Développement Durable. France. Disponible à : http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.html?id=Temis-0084241 [Consulté le : 3 juin 2020].*

• *Carrington, D. 2019. Air pollution deaths are double previous estimates, finds research [En ligne]. The Guardian. Disponible à : www.theguardian.com/environment/2019/mar/12/air-pollution-deaths-are-double-previous-estimates-finds-research [Consulté le : 23 mars 2020].*

• *Clos, J. 2017. Sustainable cities and communities. Dans : Biggs, P. ed. Fast-forward progress Leveraging tech to achieve the global goals. Genève : UIT, pp.92-96. Disponible à : www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/Fast-forward_progress_report_414709%20FINAL.pdf [Consulté le : 23 mars 2020].*

• *Coulombel, N. et al. 2019. Substantial rebound effects in urban ridesharing: Simulating travel decisions in Paris, France. Transportation Research Part D: Transport and Environment 71, pp. 110-126.*

• *Eggers, W. et Skowron, J. 2018. Forces of change: Smart cities [En ligne]. Deloitte. Disponible à : www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/smart-city/overview.html [Consulté le : 1 juin 2020].*

• *Eurisy. 2019. Ten success stories on the use of satellite applications in cities. Disponible à : https://eu-smartcities.eu/sites/eu-smartcities.eu/files/Eurisy_Space4Cities%20booklet%20of%20success%20stories.pdf [Consulté le : 1 juin 2020].*

• *Eurostat. 2018. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context. Luxembourg. Disponible à : https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9237449/KS-01-18-656-EN-N.pdf/2b2a096b-3bd6-4939-8ef3-11cfc14b9329 [Consulté le : 23 mars 2020].*

• *Ferro de Guimarães, J. et al. 2020. Governance and quality of life in smart cities: Towards sustainable development goals. Journal of Cleaner Production 253, 119926.*

• *Fing et Transition2. 2019. L'agenda pour un futur numérique et écologique. Disponible à : https://fing.org/wp-content/uploads/2020/02/Agenda-pour-un-futur-numerique-et-ecologique.pdf [Consulté le : 1 juin 2020].*

• *Gossart, C. 2015. Rebound Effects and ICT: A Review of the Literature. Dans : Hilty, L. et Aebischer, B. (eds). ICT Innovations for Sustainability. Zurich : Springer, pp. 435-448.*

• *Harari, Y. 2019. Yuval Noah Harari in Conversation with Fei-Fei Li, Moderated by Nicholas Thompson [En ligne]. Disponible à : www.youtube.com/watch?v=b9TfkgH0Xzw [Consulté le : 3 juin 2020].*

• *Höjer, M. et Wangel, J. 2015. Smart Sustainable Cities: Definition and Challenges. Dans: Hilty, L. et Aebischer, B. (eds). ICT Innovations for Sustainability. Zürich : Springer, pp. 333-349.*

• *UE. 2014. Mapping Smart Cities in the EU. Disponible à : www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf [Consulté le : 1 juin 2020].*

• *ONU. 2016. Villes durables : Pourquoi est-ce important ? [En ligne]. Disponible à : www.un.org/sustainabledevelopment/fr/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Why_it_matters_Goal_11_French.pdf [Consulté le : 23 mars 2020].*

• *Ostrom, E. 2009. A Polycentric Approach for Coping with Climate Change. World Bank Policy Research Working Paper No. 5095.*

• *Santarius, T. 2017. Digitalization, Efficiency and the Rebound Effect [En ligne]. Disponible à : www.degrowth.info/en/2017/02/digitalization-efficiency-and-the-rebound-effect/ [Consulté le : 4 juin 2020].*

• *Sovacool, B. et Furszyfer Del Rio, D. 2020. Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. Renewable and Sustainable Energy Reviews 120, 109663.*

• *Sperling, D. 2018. Three Revolutions: Steering Automated, Shared, and Electric Vehicles to a Better Future. Washington, DC : Island Press.*

• *Van den Buuse, D. et Kolk, A. 2019. An exploration of smart city approaches by international ICT firms. Technological Forecasting and Social Change 142, pp. 220-234.*

• *Van Eeckhout, L. et Legros, C. 2018. « La smart city dessine une ville à plusieurs vitesses » [En ligne]. Le Monde. Disponible à : www.lemonde.fr/smart-cities/article/2018/05/07/la-smart-city-dessine-une-ville-a-plusieurs-vitesses_5295706_4811534.html [Consulté le : 3 juin 2020].*

• *Villani, C. 2018. Donner un sens à l'intelligence artificielle. Pour une stratégie nationale et européenne. Paris : AI for humanity.*

• *Wadud, Z. et al. 2016. Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. Transportation Research Part A 86, pp. 1-18.*

• *Walzberg, J. et al. 2020. Should we fear the rebound effect in smart homes? Renewable and Sustainable Energy Reviews 125, 109798.*

• *Woetzel, J. et al. 2018a. Smart cities: Digital solutions for a more livable future [En ligne]. McKinsey Global Institute. Disponible à : www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future [Consulté le : 1 juin 2020].*

• *Woetzel, J. et al. 2018b. Smart cities: Digital solutions for a more livable future. McKinsey Global Institute. Disponible à : https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/capital%20projects%20and%20infrastructure/our%20insights/smart%20cities%20digital%20solutions%20for%20a%20more%20livable%20future/mgi-smart-cities-full-report.ashx [Consulté le : 1 juin 2020].*

• *Zheng, C. et al. 2020. From digital to sustainable: A scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019. Journal of Cleaner Production, 120689.*

ÉPILOGUE

Tout au long de l'écriture de ce livret, nous nous sommes demandé si le numérique favorisait ou non le développement durable. En accord avec les définitions de « numérique » et de « développement durable », nous avons défini le « numérique durable » comme étant l'ensemble des équipements électroniques – et de tout ce qui les compose, tant au niveau matériel que logiciel – manipulant des données binaires, qui répondent aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.

À première vue, le numérique présente des aspects positifs et négatifs. Du côté positif, le numérique procure des solutions à de nombreux problèmes sociétaux. Entre autres, il rend possible de fournir une éducation de qualité ainsi que d'autres services sociaux et économiques dans des régions reculées et à des populations marginalisées, d'éviter le gaspillage alimentaire, de favoriser l'innovation, d'améliorer les démocraties ou encore de réduire la quantité de ressources nécessaires à la réalisation d'une activité. Le télétravail et la télémédecine ont aussi servi à éviter de nombreuses infections pendant la pandémie du Covid-19. Du côté négatif, le numérique renforce certains problèmes existants ou en crée d'autres. Jusqu'à présent, il semble entre autres favoriser la croissance des inégalités, provoquer une consommation et une production très peu durable et être un facteur important dans le réchauffement climatique et la dégradation des écosystèmes, notamment à cause du phénomène d'effet rebond, élément central de ce livret. Il est également associé à des pratiques violentes et antidémocratiques, provoque certains problèmes de santé, alors même que les conditions de travail pour produire les équipements numériques sont souvent indécentes. Par conséquent, il est difficile de définir si le numérique a un impact global positif ou négatif sur le développement durable et sur la société en général.

Au fur et à mesure de nos réflexions, la première loi des technologies formulée par l'historien américain Melvin Kranzberg s'est imposée comme une évidence : « la technologie n'est ni bonne ni mauvaise, sans pour autant avoir un impact neutre ». Les technologies numériques sont des outils pouvant être pensés, développés, mis en place, déployés et utilisés de plusieurs manières. Elles sont donc, en réalité, « politiques », dans le sens où leur impact ne peut être étudié qu'en relation avec la société – et ses réalités sociales, culturelles, politiques et économiques – dans laquelle elles s'inscrivent. De ce point de vue, le numérique, et les technologies en général, ne modifient pas réellement le visage d'une société, bien qu'il puisse participer à insuffler un nouvel élan. En d'autres termes, le numérique ne va pas nous « sauver » des problèmes actuels. Faisant partie d'un monde qui n'a pas encore réussi à effectuer sa mutation vers le développement durable, il n'est pas étonnant que le numérique n'ait pas encore réussi à être véritablement durable.

Les espoirs pour l'avenir sont cependant permis. Il est tout à fait possible que le numérique facilite l'épanouissement de l'humanité tout en réduisant son empreinte écologique. Cependant, cela n'adviendra pas sans changements de mentalité conséquents, tant au niveau des individus que des entreprises et des gouvernements. Il semble par exemple clair que l'augmentation de l'usage du numérique ne puisse pas continuer éternellement, et qu'une sobriété doive se mettre en place. Dans un monde pourvu de limites, une limitation des usages n'est en réalité que du bon sens. Certains services numériques, pas franchement utiles voire destructeurs pour les sociétés, devraient être radicalement réduits pour ne laisser place qu'à ceux qui ont un réel apport.

Si ces évolutions sont mises en place, il est possible que le numérique devienne un formidable outil pour construire un monde meilleur, socialement juste et écologiquement durable. C'est seulement dans ce contexte que son énorme potentiel pourra se réaliser. Nous espérons que ce livret, ainsi que les deux autres productions de ce projet, vous auront donné l'envie d'agir pour aller dans cette direction.

GLOSSAIRE

NOTE :

Ces définitions ont été extraites et/ou adaptées par nos soins à partir de diverses sources et auteurs telles que Wikipédia, Universalis, Frédéric Bordage (Green IT), Larousse, et d'autres, de telle sorte qu'elles reflètent au mieux l'usage que nous en faisons dans ce document.

Algorithme

Suite finie de règles et d'opérations élémentaires sur un nombre fini de données qui permet de résoudre une classe de problèmes. Un algorithme se traduit généralement en programme informatique au moyen d'un langage de programmation.

Big data

Ensembles de données devenus si volumineux qu'ils dépassent l'intuition et les capacités humaines d'analyse ainsi que celles des outils informatiques classiques de gestion de base de données. Par extension, ce terme désigne dans le langage courant tant les données que les techniques modernes mises en place pour les analyser, bien que ces dernières fassent généralement partie du domaine de recherche de l'intelligence artificielle.

Blockchain

Ensemble de techniques permettant la construction de registres d'informations qui sont stockées, non pas dans une unité de stockage centrale, mais de manière décentralisée. Des « blocs » d'information sont petit à petit ajoutés au registre, ce qui donne l'apparence d'une « chaine de blocs », ou blockchain en anglais. La nature de ce registre la rend très difficilement falsifiable et permet que les données du registre ne soient pas détenues par un organisme central, tel un État, une banque, etc.

Les applications les plus connues de la blockchain sont les cryptomonnaies, qui sont des monnaies virtuelles basées sur le principe de la blockchain. La plus connue d'entre elle est le Bitcoin.

Pour plus d'information sur son fonctionnement, voir la référence Maitre (2017) dans la bibliographie du Chapitre 10.

Cloud

Modèle d'organisation informatique qui permet le mouvement en continu de données, via Internet, entre des équipements numériques et des serveurs – ces derniers faisant en général partie de datacenters.

Datacenter (parfois appelé centre informatique ou centre de données)

Bâtiment hébergeant des serveurs et des baies de stockage de données. Les premiers sont de gros ordinateurs sans écran qui réalisent des traitements – ils calculent, par exemple, le solde de votre compte en banque et créent la page web qui s'affiche sur votre navigateur avec ce chiffre. Les seconds sont composés d'une multitude de disques durs où sont stockées les données. Les datacenters forment l'un des trois éléments structurant l'organisation générale de l'univers numérique, avec le réseau informatique et les terminaux des utilisateurs/trices.

Donnée

Représentation sous forme de nombres d'une information dans le but de pouvoir être manipulée par un équipement numérique.

Drone

Moyen de transport aérien sans pilote dont le pilotage est automatique ou télécommandé. Les drones font partie de l'univers numérique.

Impression 3D

Technique permettant de fabriquer de manière automatisée et reproductible des objets en trois dimensions dans des matériaux aussi divers que le plastique, la résine polymère ou le métal. Le principe de fonctionnement est assez proche de l'impression 2D, et le volume y est créé par l'empilement de couches successives. Les imprimantes 3D font partie de l'univers numérique.

Intelligence artificielle

Ensemble des théories et techniques mises en œuvre dans le but de construire des programmes informatiques s'adonnant à des tâches qui sont généralement considérées comme « intelligentes ». Par extension, tout programme ou logiciel remplissant cette caractéristique est, dans le langage courant, appelé une intelligence artificielle. Il existe deux types principaux d'intelligence artificielle. La première se base sur des algorithmes conçus à l'avance, sans dépendance aux données qui lui sont transmises. La seconde se base sur des programmes qui sont conçus pour s'adapter aux données qu'ils reçoivent, dans le but d'accomplir la tâche demandée de la meilleure manière possible. Cette seconde branche de l'intelligence artificielle, appelée « machine learning » ou « apprentissage machine », s'est fortement développées ces dernières années.

La plupart des méthodes d'intelligence artificielle ont été conçues il y a plusieurs décennies, mais son application récente est rendue plus efficace du fait de l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs et de l'arrivée de données en grandes quantités, les Big data.

Internet

Réseau de réseaux informatiques mondial et accessible au grand public. Parmi ses applications les plus connues se trouvent la messagerie instantanée et le World Wide Web. Un nombre croissant d'équipements peuvent être connectés à Internet, cette évolution est appelée l'Internet des objets.

Internet des objets

Réseau informatique formé de l'addition à Internet d'objets qui n'y sont historiquement pas connectés – ceux-ci sont alors appelés objets connectés. Cette évolution a été permise par l'arrivée de nouvelles technologies la rendant possible, comme des capteurs tels que les puces RFID ou des connexions mobiles plus rapides. L'internet des objets permet d'ajouter de nouvelles masses de données – des Big data – au réseau et donc, de nouvelles connaissances et formes de savoirs.

Logiciel (parfois appelé software)

Ensemble composé de programmes informatiques qui sont conçus pour qu'un équipement numérique puisse accomplir certaines tâches à l'aide de données mises à sa disposition.

Numérique

Le numérique est tout d'abord une forme de représentation d'une information sous forme de donnée. Celle-ci peut alors être manipulée par des programmes informatiques.

Par extension, « le numérique » désigne l'univers numérique, composé des équipements électroniques – et de tout ce qui les composent, tant au niveau matériel que logiciel – manipulant des données binaires et qui sont, en général, connectées à Internet.

Le mot « digital », provenant de l'anglais, est parfois utilisé comme synonyme de « numérique ». Ce terme est utilisé par le grand public mais peu par les informaticien·ne·s. Les équipements numériques sont parfois regroupés sous l'appellation « Technologie de l'information et de la communication » (TIC) bien qu'elle ne reprenne pas nécessairement tous les éléments de l'univers numérique.

Objets connectés

Objet qui est capable, outre sa fonction principale, d'envoyer ou de recevoir des informations par l'intermédiaire d'un réseau de télécommunication. Dans un sens plus spécifique, il désigne les objets nouvellement connectés à Internet, faisant alors partie de l'Internet des objets. L'objet lui-même est alors englobé dans l'univers numérique.

Programme informatique

Représentation en langage informatique d'un ou plusieurs algorithmes qui est destinée à être exécutée par un équipement numérique. Un programme est donc la concrétisation d'un algorithme, qui est, lui, abstrait.

Puce RFID (aussi appelé capteur)

Petit objet permettant de mémoriser et de récupérer des données à distance. Il peut prendre la forme d'une étiquette autoadhésive, et peut être collé ou incorporé dans un objet ou même dans un organisme vivant. Cette technologie est essentielle pour connecter des objets à l'Internet des objets.

Réseau informatique

Ensemble d'équipements numériques reliés entre eux pour échanger des informations. La connexion entre les différents équipements du réseau s'effectue généralement à l'aide de connexions filaires (réseau téléphonique commuté à bas débit, ADSL, fibre optique jusqu'au domicile) ou sans fil (Wi-Fi, par satellite, 3G, 4G, ou encore 5G). Le réseau est l'un des trois éléments structurant l'organisation générale de l'univers numérique, avec les datacenters et les terminaux des utilisateurs/trices.

Robot

Dispositif mécatronique – alliant mécanique, électronique et informatique – conçu pour accomplir automatiquement des tâches spécifiques. Ils font partie de l'univers numérique.

Service numérique

Service composés de différents équipements numériques et logiciels qui, utilisés ensemble, permettent de réaliser une action de la vie courante telle que « regarder un film en streaming », « réserver un logement sur Airbnb », etc.

Streaming (parfois appelé « lecture en continu »)

Technique particulière de transmission via Internet de données d'un datacenter jusqu'au terminal d'un·e utilisateur/trice au fur et à mesure que celles-ci sont consommées. Elle est à mettre en opposition avec le téléchargement, qui demande la transmission de l'entièreté des données avant de pouvoir être consommées. Les plateformes comme YouTube ou Netflix utilisent ce principe.

NOS PARTENAIRES

NOS PARTENAIRES FINANCIERS

Le développement ainsi que la diffusion des productions du projet nécessitent des ressources financières. L'Europe est le premier soutien du projet avec son programme "Erasmus +" et l'ADEME vient nous apporter un précieux complément. À ceux-ci s'ajoutent d'autres organismes qui, via le soutien de nos structures, ont permis l'émergence et le développement de ce projet. Sans eux, CND n'existerait pas. Merci.

Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission Européenne. Cette communication n'engage que son auteur et la Commission n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues.

NOS PARTENAIRES SCIENTIFIQUES ET PÉDAGOGIQUES

Selon les territoires et compétences de chacun, différents organismes ont joué un rôle d'appuis scientifiques en relisant certains chapitres de ce livret pédagogique d'informations, pilier de l'ensemble du projet. D'autres partenaires participent d'un point de vue éducatif à travers les tests des outils et ressources pédagogiques et/ou leurs déploiements. Merci à tous également pour cette aide précieuse.

COLLÈGE JEAN-PAPON
La Pacaudière - France

IT TECNOLOGICO LICEO SCIENTIFICO BIAGIO PASCAL
Rome- Italie

ATHÉNÉE ROYAL JEAN ABSIL
Etterbeek - Belgique

COLLÈGE NICOLAS CONTÉ
Régny - France

LYCÉE DACHSBECK
Bruxelles - Belgique

COLLÈGE - LYCÉE ALBERT-THOMAS
Roanne - France

IT TURISMO - LICEO SCIENTIFICO CHARLES DARWIN
Rome- Italie

Les contenus et choix finaux que nous avons réalisés n'engagent que les porteurs du projet. Les interprétations, positions et recommandations y figurant ne peuvent être attribuées aux organismes et personnes partenaires.

Remerciements:

Ce travail développé par nos 3 organismes a bénéficié de l'aide de nombreuses structures et individus qui ont accepté de prendre de leur temps pour nous permettre de l'enrichir.

Nominativement, nous tenons à remercier particulièrement Mr Frédéric Bordage (Green IT), Mr Maxime Effoui-Hess et Mme Laurie Marrauld (The Shift Project), Mme Mathilde JAY et ses collaborateurs (ADEME), Mme Brigitte Demeure (Electronics Watch), Mme Perrine Douhéret (DANE de Lyon), Mr Jacques Faverjon (DSDEN Loire), Mme Patay Maud (Collège de la Pacaudière), Mr Alexandre Ballaré (Collège de Régny), Leonardo Becchetti (NEXT, ASVIS) et Professeur d'économie politique à l'Université de Rome 2 - Tor Vergata, Mr Federico Baleani (Informaticien et PDG de Access Point), Mme Chiara Medini, Service de presse de NEXT Nuova Economia per tutti, Mr Roland D'Hoop et Mr Patrick Veillard d'Oxfam-Magasins du monde, l'équipe d'Abelli (Association belge de promotion du logiciel libre), Mme Federica Tommasi (ingénieure chimique de l'Istituto Superiore di Sanità - ISS), Mme Bossé Juliette et Madame Nathalie Masure (LEEP), Mr Anthony Roux (Ligue de l'Enseignement 42), Mme Maud Guérin (Ligue de l'Enseignement 42).

L'ensemble des contenus est déposé sous licence CC-BY-NC-SA
2020 © Conscience Numérique Durable

Retrouvez l'ensemble de cet ouvrage et d'autres outils en téléchargement libre
sur le site Internet www. conscience-numérique-durable.org

Conscience Numérique Durable est un projet éducatif Européen dont l'objectif est d'ouvrir des réflexions sur les enjeux du numérique dans nos sociétés en croisant les enjeux sociaux et environnementaux aux échelles locales et mondiales. Ce livret d'informations fait partie d'un ensemble plus large d'outils et de ressources pour que les professionel·le·s de l'enseignement puisse développer des activités en salle sur ces enjeux tout en disposant de ressources solides pour développer leurs connaissances. Chaque chapitre de ce livret a pour but d'évaluer les conséquences positives et négatives du numérique ainsi que les potentiels et les risques pour l'avenir en lien avec les objectifs de développement durable. Le livret a été conçu avec l'ambition d'apporter des regards pluriels, équilibrés et factuels en s'appuyant sur de nombreuses références scientifiques récentes. Il ne prétend pas à l'exhaustivité ni à détenir la vérité. Chacun·e y trouvera matière à réflexion de manière à se forger sa propre opinion.

Toutes nos ressources sont à télécharger sur le site Internet www.conscience-numerique-durable.org.

Avec le soutien et la participation de :

L'ensemble des partenaires est présentés en fin de document.
Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission Européenne. Cette communication n'engage que son auteur et la Commission n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues.