

POUR UNE SOBRIÉTÉ NUMÉRIQUE

[Hugues Ferreboeuf](#)

Futuribles | « Futuribles »

2019/2 N° 429 | pages 15 à 31

ISSN 0337-307X

ISBN 9782843874420

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-futuribles-2019-2-page-15.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Futuribles.

© Futuribles. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Pour une sobriété numérique

PAR HUGUES FERREBOEUF ¹

Il est souvent affirmé que la transition numérique pourrait être favorable à la transition écologique, par exemple en permettant de substituer aux transports l'essor des télécommunications, ou en contribuant à optimiser les flux d'énergie, notamment de l'électricité. Mais rien ne permet aujourd'hui d'étayer une si heureuse conjecture. Au contraire, une étude du Shift Project que présente ici Hugues Ferreboeuf révèle que la consommation d'énergie entraînée par la production des équipements numériques et par leur usage croît dans des proportions très importantes, ainsi du reste que la consommation de métaux rares. Ainsi ces activités soi-disant vertueuses ont-elles un impact négatif sur le climat et les ressources naturelles. Cette tendance n'est pas inéluctable, mais son inflexion impliquerait des changements radicaux. H.J. ■

Le numérique, partout, pour tout et pour tous

Le numérique est aujourd'hui considéré quasi unanimement comme le principal levier de développement économique et social : « Croissance, emplois et services sont les avantages les plus importants qu'apportent les investissements dans le numérique. [...] les technologies numériques aident les entreprises à devenir plus productives ; les populations à trouver des emplois et élargir leurs possibilités, et les pouvoirs publics à fournir des services de meilleure qualité à tous ². »

1. Entrepreneur, dirigeant d'entreprise et consultant ; directeur de projet pour The Shift Project et associé au sein de Virtus Management, cabinet de conseil de direction ; investi dans le secteur du numérique depuis une trentaine d'années.

2. BANQUE MONDIALE, *Rapport sur le développement dans le monde 2016. Les dividendes du numérique*, Washington, D.C. : Banque mondiale, 2016.

Dans les pays développés où la transformation numérique des entreprises et du secteur public s'accélère, il est vu comme « la » solution pour retrouver un bon niveau de croissance économique : « Le marché unique numérique pourrait apporter 415 milliards d'euros à l'économie européenne et stimuler ainsi la création d'emplois, la croissance, la concurrence, l'investissement et l'innovation. Il pourrait élargir les marchés, offrant ainsi de meilleurs services à des prix plus avantageux, transformer les services publics et créer de nouveaux emplois. Il favoriserait la création de nouvelles entreprises et permettrait aux entreprises existantes de se développer et d'innover au sein d'un marché de plus de 500 millions de personnes ³. »

Dans les pays en développement, où l'investissement dans des infrastructures numériques apparaît aussi indispensable que celui consacré aux infrastructures électriques ou de transport, la capacité de rupture inhérente au numérique offre l'opportunité d'entrer immédiatement dans la troisième révolution industrielle, et de réduire par-là même les écarts par rapport aux pays développés.

Une étude McKinsey parue en novembre 2013 ⁴, citée par *Les Échos*, révélait ainsi « l'extraordinaire potentiel du numérique sur le continent ⁵ » : en 2025, l'Afrique verrait Internet contribuer à hauteur de 300 milliards de dollars US à son économie, dont 75 milliards via le commerce en ligne, et induirait également 300 milliards de dollars US de gains de productivité dans de très nombreux secteurs stratégiques ⁶.

Le numérique se trouve ainsi au centre de transformations qualifiées de « troisième révolution industrielle ⁷ » voire de « quatrième révolution industrielle ⁸ », dont le point commun est de recréer une dynamique de développement qui vient ainsi compenser la décroissance des effets des révolutions précédentes.

3. Voir la page « Marché unique numérique » sur le site de la Commission européenne : https://ec.europa.eu/commission/priorities/digital-single-market_fr#background. Consultée le 30 janvier 2019. Le chiffre de 415 milliards d'euros correspond à l'augmentation du produit intérieur brut européen (par rapport à 2014) qui résulterait de l'existence d'un marché unique numérique parfaitement fluide, et proviendrait essentiellement de la croissance du commerce électronique interpays.

4. MANYIKA James *et alii*, *Lions Go Digital: The Internet's Transformative Potential in Africa*, McKinsey Global Institute, novembre 2013. URL : https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/High_Tech/Our_Insights/Lions_go_digital/The_Internets_transformative_potential_in_Africa/MGI_Lions_go_digital_Full_report_Nov2013.ashx. Consulté le 30 janvier 2019.

5. « Le numérique, promesse de développement pour l'Afrique », *Les Échos / Le Cercle*, 20 mai 2016. URL : http://archives.lesechos.fr/archives/cercle/2016/05/20/cercle_157088.htm. Consulté le 30 janvier 2019.

6. Cette croissance passerait notamment par un accès facilité à une gamme élargie de services financiers, l'adoption du e-commerce par la classe moyenne et la mise à disposition d'infrastructures éducatives sur l'ensemble des territoires.

7. RIFKIN Jeremy, *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*, New York : Palgrave Macmillan, 2011 (analysé in *Futuribles*, n° 386, juin 2012, p. 97-99 [NDLR]).

8. SCHWAB Klaus, *The Fourth Industrial Revolution*, New York : Penguin, 2017.

Quelques chiffres permettent de quantifier l'omniprésence du numérique dans les pays développés :

— Aux États-Unis, en 2017, les enfants de moins de huit ans passaient deux heures et 20 minutes par jour devant un écran ; ce temps était de trois heures par jour pour ceux qui avaient entre cinq et huit ans, sachant que 60 % d'entre eux possédaient leur propre tablette ⁹.

— Au Japon, en 2015, les lycéennes utilisaient leur *smartphone* sept heures par jour, sachant que 10 % d'entre elles le consultaient plus de 15 heures par jour ¹⁰.

— En France, en 2017, un adulte consacrait en moyenne quatre heures par jour à utiliser une interface numérique (hors télévision) ¹¹ sachant qu'en 2018, près d'un utilisateur de *smartphone* sur deux ne l'éteignait jamais ¹².

En outre, la miniaturisation des équipements et la virtualisation des infrastructures (le *cloud*) font qu'on considère naturellement que l'empreinte matérielle du numérique est faible et qu'il a donc toutes les caractéristiques pour jouer un rôle positif envers l'environnement ; tout investissement numérique serait donc voué à faciliter la transition écologique.

L'environnement, un impératif mis au conditionnel

La 21^e conférence des parties à la convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique (COP21) a permis en 2015 de donner à la lutte contre le réchauffement climatique une dimension universelle (accord de Paris, signé par tous les pays du monde sauf le Nicaragua et la Syrie) et d'en reconnaître l'impérieuse nécessité à travers l'adoption d'objectifs mesurables, définis à un horizon relativement proche. Depuis lors, les modèles prévisionnistes se sont affinés, un nouveau rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) a été publié et les conséquences observables du réchauffement climatique se sont multipliées. Tous conduisent à faire le constat que le réchauffement est et sera plus rapide que prévu il y a seulement trois ans : un réchauffement de 1,5 °C est hautement probable à l'horizon 2030, alors qu'il était encore considéré comme un objectif atteignable en 2100 lors de la COP21.

9. *The Common Sense Census: Media Use by Kids Age Zero to Eight 2017*, Common Sense, 2017. URL : <https://www.common Sense Media.org/research/the-common-sense-census-media-use-by-kids-age-zero-to-eight-2017>. Consulté le 30 janvier 2019.

10. « Au Japon, les lycéennes utilisent leur *smartphone* en moyenne 7 heures par jour », *Nippon Connection*, 10 février 2015. URL : <https://www.nipponconnection.fr/au-japon-les-lyceennes-utilisent-leur-smartphone-en-moyenne-7-heures-par-jour>. Consulté le 30 janvier 2019.

11. TRUJILLO Elsa, « En 2017, les Français passeront 4 heures par jour sur leurs *smartphones* et leurs PC », *Le Figaro*, 22 novembre 2016. URL : <http://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/2016/11/22/32001-20161122ARTFIG00100-en-2017-les-francais-passeront-4-heures-par-jour-sur-leurs-smartphones-et-leurs-pc.php>. Consulté le 30 janvier 2019.

12. *Observatoire Bouygues Telecom des pratiques numériques des Français*, février 2018. URL : <https://www.csa.eu/media/1727/conference-de-presse.pdf>. Consulté le 30 janvier 2019.

Alors que les cris d'alarme des scientifiques et des institutionnels se succèdent et que les coalitions pour le climat prolifèrent, les émissions anthropiques de dioxyde de carbone, principale cause du réchauffement, continuent à augmenter : 42 milliards de tonnes de CO₂ dans le monde en 2018, une hausse de 5 % depuis la COP21 et d'environ 50 % depuis 1997, date de la signature du protocole de Kyoto.

Les pays du G20, responsables de près de 80 % des émissions de gaz à effet de serre et représentant 85 % du produit intérieur brut (PIB) mondial, ne sont pas aujourd'hui en passe de respecter les trajectoires 2030 auxquelles ils se sont engagés lors de la COP21, alors même que ces trajectoires sont maintenant identifiées comme largement insuffisantes pour limiter la hausse de température à moins de 2 °C d'ici 2100¹³. Limiter la hausse de température à un peu plus de 1,5 °C au cours de ce siècle impliquerait maintenant de diminuer de 50 % nos émissions d'ici 2030¹⁴, alors qu'une simple stabilisation des émissions depuis 1997 nous aurait permis de disposer en 2030 d'un « budget » carbone bien plus confortable dans les décennies suivantes. Remettant toujours à plus tard le début de la décroissance de nos émissions, nous rendons toujours plus incertaines nos chances d'éviter des catastrophes climatiques dont l'occurrence probable ne cesse ainsi de se rapprocher.

Dans ce contexte, il est urgent d'évaluer si la révolution numérique en cours est bien le catalyseur qui va permettre l'accélération de la transition environnementale ou si, au contraire, elle est un mirage que nous suivons au détriment de la recherche de solutions plus douloureuses mais plus effi-

THE SHIFT PROJECT

The Shift Project est un *think-tank* qui œuvre en faveur d'une économie post-carbone. Association loi 1901 reconnue d'intérêt général et guidée par l'exigence de la rigueur scientifique, sa mission est d'éclairer et influencer le débat sur la transition énergétique en Europe :

- ▶ **Éclairer** : en constituant des groupes de travail autour des enjeux les plus délicats et les plus décisifs de la transition.
- ▶ **Influencer** : en faisant la promotion des recommandations de ces groupes de travail auprès des décideurs politiques et économiques.

The Shift Project est soutenu par de grandes entreprises et organisations françaises et européennes qui veulent faire de la transition bas carbone leur priorité stratégique (SNCF, Vinci Autoroutes, SPIE, EDF, Bouygues, Saint-Gobain, Vicat, Rockwool, Kingspan, Thalys, AFEP, ASFA, Kéolis, ADEME).

Site Internet : <http://www.theshiftproject.org/>

13. *Emissions Gap Report 2018*, Nairobi : Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), 2018.

14. Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C (*Global Warming of 1.5 °C*, Genève : GIEC, octobre 2018).

caces. Le numérique est en effet souvent mis en avant comme un moyen de réduire la consommation d'énergie ou de matière dans un grand nombre de secteurs (concepts « *IT for Green* » ou « *Green by IT* »), en permettant une utilisation plus efficiente des ressources : énergie (*smart grids, small grids*), transport (mobilité connectée), industrie (usine 4.0), services (e-commerce), bâtiments (*smart building*), agriculture (*smart farming, smart water*), à tel point que l'on considère de plus en plus qu'il ne serait pas possible de maîtriser le changement climatique sans un recours massif au numérique.

L'empreinte environnementale : la face cachée bien sombre du numérique ¹⁵

L'énergie

L'énergie consommée est la somme de celle qui est nécessaire pour produire les équipements numériques ¹⁶ et de celle nécessaire pour utiliser les équipements et les services qu'ils permettent de fournir. Schématiquement, leur évolution est le produit de tendances ayant des effets contradictoires :

- pour la production, la croissance du nombre d'équipements produits d'une part et la baisse de l'énergie embarquée unitaire des équipements (la quantité d'énergie consommée pour produire un équipement déterminé) d'autre part, cette dernière résultant de progrès technologiques ;
- pour l'utilisation, la croissance du parc installé d'équipements et du volume de données traitées / transportées / stockées d'une part, et l'augmentation de l'efficacité énergétique des équipements et des systèmes d'autre part, celle-ci résultant de progrès technologiques et opérationnels.

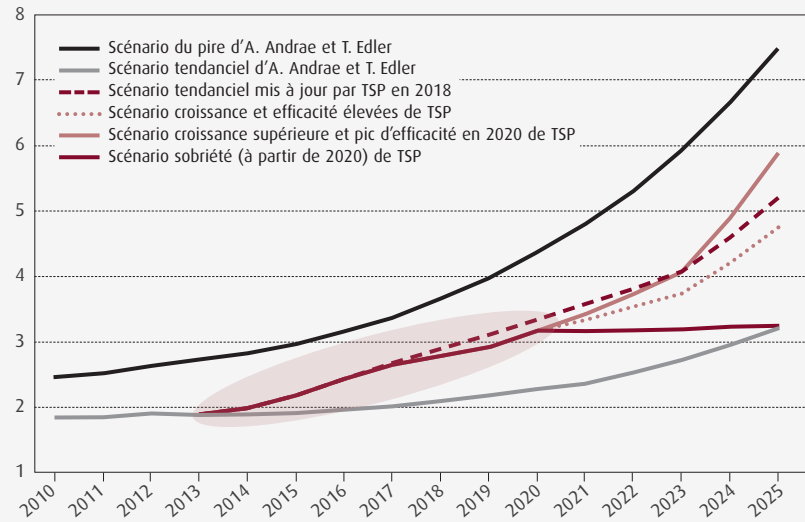
Il ressort d'une approche croisant des scénarios multiples, que la consommation énergétique du numérique dans le monde augmente d'environ 9 % par an depuis 2013 et est en 2018 de l'ordre de 3 000 térawattheures (TWh), soit l'équivalent de la consommation totale de la France et du Benelux réunis, et se décomposant de la manière suivante :

- utilisation des *data centers* et production des équipements : 680 TWh (23 %) ;
- utilisation des réseaux et production des équipements : 570 TWh (19 %) ;
- utilisation et production des terminaux : 1 750 TWh (58 %) ; dont *smartphones*, 350 TWh (12 %), et téléviseurs, 780 TWh (26 %).

15. Les chiffres et les constats présentés ici sont issus du rapport *Pour une sobriété numérique*, préparé par le groupe de travail « Lean ICT » et publié par le *think-tank* The Shift Project en octobre 2018 (URL : <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/11/Rapport-final-v8-WEB.pdf>, Consulté le 30 janvier 2019). Sauf mention explicite, ce sont des chiffres mondiaux. Sauf mention contraire, les chiffres cités de consommation d'énergie et d'émissions de CO₂ englobent la production des équipements et l'utilisation des produits et services numériques, et sont aussi des chiffres mondiaux.

16. Ordinateurs personnels, tablettes, *smartphones*, et autres téléphones portables, « *boxes* », téléviseurs connectés, modules IOT (Internet des objets), réseaux de télécommunication, *data centers*.

Graphique 1 — Évolution 2010-2025 de la consommation énergétique du numérique rapportée à la consommation énergétique mondiale (en %)



N.B. : les scénarios cités en légende renvoient à l'efficacité énergétique et à l'évolution du trafic de données. Ainsi, le scénario tendanciel d'A. Andrae et T. Edler propose une projection de la consommation énergétique fondée sur les tendances attendues en 2015 en matière d'efficacité énergétique et de trafic ; le scénario TSP « croissance et efficacité élevées » fait l'hypothèse d'une amélioration plus rapide de l'efficacité énergétique à partir de 2015 et d'une croissance du trafic un peu supérieure au tendanciel, etc.

Sources : ANDRAE Aders S.G. et EDLER Tomas, « On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030 », *Challenges*, vol. 6, n° 1, 2015, p. 117-157 ; et The Shift Project (TSP), octobre 2018, à partir des données données AIE* et du modèle de prévision de Lean ICT Materials.

*AIE (Agence internationale de l'énergie), *Headline Global Energy Data*, Paris : AIE / OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), 2018.

Ce taux de croissance considérable indique que les progrès technologiques et opérationnels ne suffisent pas à compenser l'augmentation des achats d'équipements et de la consommation de données¹⁷. Il correspond à un doublement en huit ans et va, selon toute vraisemblance, se maintenir jusqu'en 2020. Il aura pour conséquence de faire passer la part du numérique dans la consommation totale d'énergie de moins de 2 % en 2013 à presque 3,5 % en 2020.

Or, il y a un risque réel que les progrès en matière d'efficacité énergétique (de l'ordre de 15 % à 20 % par an jusqu'ici) ralentissent d'ici 2020 car les technologies actuelles approchent de leurs limites et les technologies futures (processeurs quantiques par exemple) ne seront pas industrialisées à cette échéance. Si ce risque se matérialisait et que la croissance des usages restait inchangée, l'énergie consommée par le numérique augmenterait

17. Par exemple, l'efficacité énergétique des *data centers* progresse de 15 % à 20 % par an, mais le volume de données à traiter augmente de 35 % par an.

alors de 15 % par an pour atteindre plus de 7 000 TWh en 2025. À titre de comparaison, la quantité totale d'énergie éolienne et solaire consommable à cette date serait inférieure à 5 000 TWh¹⁸, donc insuffisante pour « verdir » l'énergie numérique¹⁹.

Inversement, une stabilisation de la consommation d'énergie par le numérique devient possible à partir de 2020 si nous parvenons à maîtriser nos pratiques de consommation (plus de sélectivité dans les usages vidéo, durée de conservation des *smartphones* un peu allongée), même si le risque de moindre augmentation de l'efficacité énergétique se concrétise. Dans les conditions de ce scénario (intitulé « Sobriété »), la consommation d'énergie n'augmenterait que de 1,5 % par an, alors que la transition numérique ne serait aucunement muselée : la croissance du trafic de données resterait très élevée (de l'ordre de 20 % par an), les achats de terminaux seraient toujours très importants (1,5 milliard de *smartphones* vendus en 2025, soit le niveau de 2017) et le nombre d'objets connectés (près de 40 milliards) doublerait en sept ans.

Les émissions de CO₂

Compte tenu du *mix* énergétique utilisé²⁰, la part d'émissions carbonées venant de l'usage d'énergies fossiles et attribuable au numérique passerait ainsi de 3,9 % en 2013 à 5 % en 2017 puis 6 % en 2020 (2,1 gigatonnes [Gt]) selon notre estimation.

Ces chiffres sont du même ordre de grandeur que ceux relatifs à des secteurs réputés beaucoup plus consommateurs d'énergie carbonée, dont l'empreinte matérielle est réputée bien plus grande : en 2017, la part d'émissions de CO₂ des véhicules légers (automobiles, motos...) est d'environ 11 %, et celle du transport aérien de seulement 2,5 %. Toujours à titre de comparaison, le numérique devrait émettre en 2020 autant de CO₂ que l'Inde en 2015²¹, pour la totalité de son 1,3 milliard d'habitants consommant essentiellement des énergies fossiles.

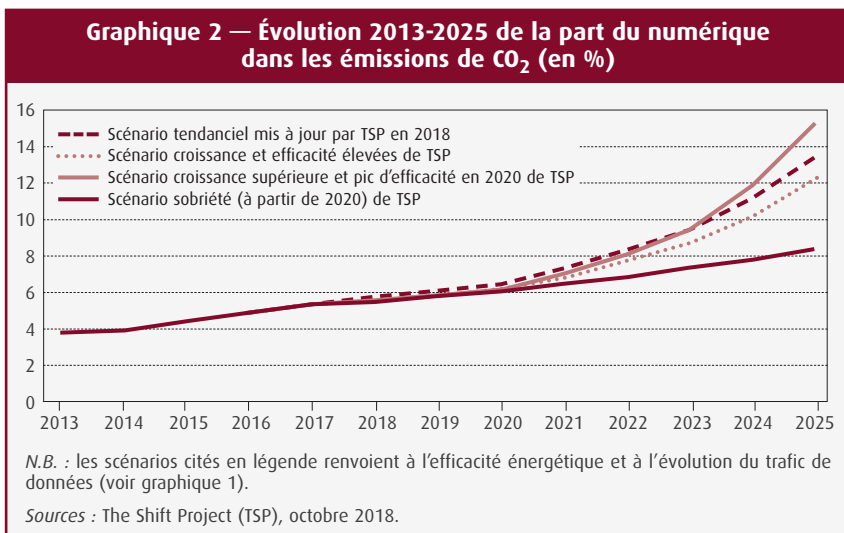
Plus préoccupant encore est le taux de croissance d'environ 8 % des émissions dues au numérique. En effet, cette croissance doit s'analyser dorénavant au regard des objectifs de réduction des émissions nécessaire pour limiter le réchauffement à un niveau gérable (donc autour de 1,5 °C). Or, puisque l'on peut espérer qu'une baisse graduelle des émissions totales de CO₂ s'enclenche à partir de 2020, la part du numérique dans ces émissions

18. AIE (Agence internationale de l'énergie), *World Energy Outlook 2018*, Paris : AIE / OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), 2018.

19. La quantité d'énergie renouvelable disponible étant limitée de par des contraintes industrielles, toute consommation excessive du numérique se solde soit par un recours à des énergies fossiles, soit par une préemption des énergies renouvelables au détriment d'autres secteurs.

20. Pour produire de l'électricité dans le monde, on consomme aujourd'hui majoritairement (à 75 %) des énergies fossiles. D'autre part, l'énergie consommée pour la production des équipements (notamment l'extraction et le traitement des métaux) est majoritairement fossile.

21. BP (British Petroleum), *Statistical Review of World Energy*, Londres : BP, 2017.



va continuer à augmenter et pourrait ainsi tripler d'ici 2025 pour atteindre 15 % des émissions totales.

Différentes simulations ²² montrent qu'il faudrait au moins réduire de 5 % par an nos émissions totales de CO₂ à partir de 2020 pour parvenir à la neutralité carbone aux alentours de 2050 et préserver ainsi les chances de limiter le réchauffement autour de 1,5 °C. Ceci représenterait un effort de réduction cumulée d'environ 24 Gt sur les cinq premières années.

Au rythme de croissance prévisionnel de la consommation numérique, le cumul sur la même période des émissions supplémentaires du numérique par rapport à 2020 serait d'environ 4,6 Gt, ce qui annihilerait environ 20 % de l'effort de réduction global effectué par ailleurs, alors que celui-ci va s'avérer particulièrement exigeant.

La phase de production des équipements occupe une part très significative, environ 45 % en 2020, dans l'empreinte énergétique totale du numérique et dans les émissions de CO₂ qui en découlent. Un utilisateur de *smartphone* qui garde son appareil deux ans verra ainsi la consommation énergétique au cours du cycle de vie de cet équipement se réaliser à plus de 90 % avant même son achat. Ce poids de la phase de production dans l'impact énergétique tombe à 60 % pour une télévision connectée mais est bien supérieur à 80 % pour un ordinateur portable. En ce qui concerne l'em-

22. « Les INDC [Intended Nationally Determined Contributions] et le budget carbone. Simulation de trajectoires d'émission compatibles avec le budget carbone + 2 °C », *Note d'analyse*, The Shift Project, 2016. URL : https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2017/12/note_danalyse_les_indc_et_le_budget_carbone_the_shift_project_o.pdf. Consulté le 30 janvier 2019 ; et GIEC, *op. cit.*

preinte carbone, la situation est encore plus contrastée : l'usage du *smartphone* en représente moins de 5 % en Europe, moins de 1 % en France.

Une bonne partie des enjeux environnementaux du numérique n'est donc pas liée à l'usage que l'on en fait, mais plutôt au volume de matériel produit, à son processus de production, et à sa durée de vie. Et ce d'autant plus que les phases de production et de fin de vie des équipements s'accompagnent de pollution des sols et d'épuisement de réserves abiotiques ²³.

Les métaux au cœur du numérique

La production d'équipements numériques est fortement consommatrice de métaux, certains rares et / ou critiques dont les réserves accessibles (au coût et avec les technologies actuels) sont limitées et qui pourraient connaître, pour beaucoup d'entre eux, des pics de production dans les décennies à venir. Cette situation est susceptible non seulement de fragiliser le développement des usages, mais également de porter atteinte à la résilience des sociétés numériques.

Alors que la part du numérique dans la consommation globale de certains de ces métaux est relativement modeste (cuivre, platine, or), il en va autrement pour d'autres dont il est le principal utilisateur (gallium, indium, tantale, ruthénium, germanium). Au moins une quarantaine de métaux sont, par exemple, présents dans un *smartphone*, chacun en des quantités allant de quelques milligrammes à quelques dizaines de grammes. L'augmentation des taux d'équipement et la multiplication des types de périphériques sollicitent à plein l'exploitation des réserves disponibles des métaux les plus critiques ²⁴.

Cette situation peut donc conduire à une impasse technologique si la croissance des besoins ne ralentit pas, et ceci d'autant plus que nombre de ces métaux sont également utilisés dans de fortes proportions pour la production des équipements nécessaires aux énergies renouvelables (éolien, solaire), ainsi qu'une étude de la Banque mondiale le documente précisément ²⁵. À titre d'exemple, la situation de l'indium, utilisé à la fois dans les écrans tactiles, les panneaux solaires photovoltaïques et les véhicules électriques laisse supposer que des difficultés d'approvisionnement pourraient apparaître dès les années 2030-2035.

La production des métaux nécessaires à la fabrication des équipements numériques sous une forme industriellement utilisable est source de pollutions multiples des sols, des rivières et de l'air, intervenant aux différentes étapes : extraction du minerai, traitement chimique pour augmenter la pureté, évacuation des impuretés, etc. L'importance de cette pollution vient

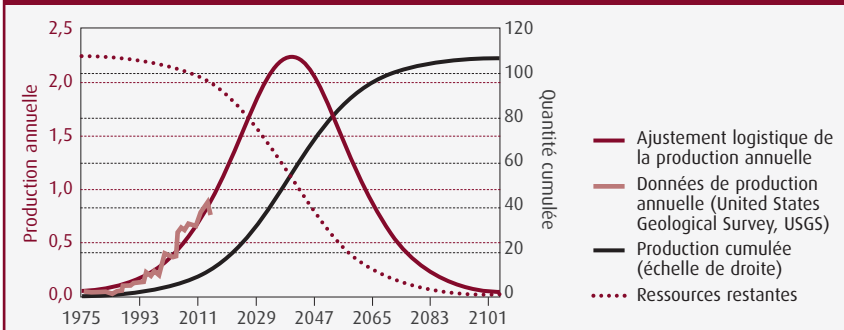
23. Ressources naturelles non vivantes telles que l'eau, les minéraux, les combustibles fossiles.

24. Le lithium, utilisé dans les batteries, pourrait rentrer dans cette liste si la croissance de la production de véhicules électriques était telle qu'elle en préempterait l'essentiel de la production.

25. *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future*, Washington, D.C. : Banque mondiale, 2017.

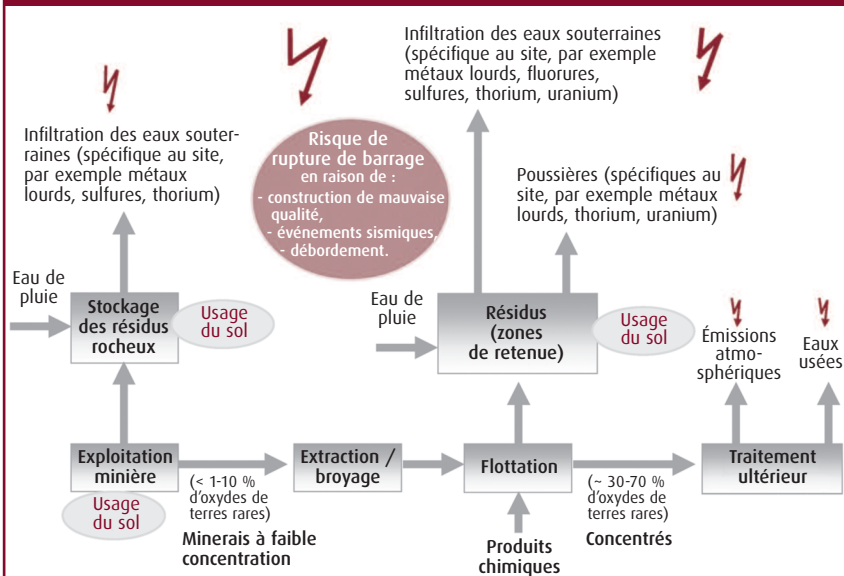
de l'obligation d'extraire une quantité de minerai brut gigantesque, jusqu'à 100 000 fois supérieure à celle du métal recherché, et aux produits chimiques employés, souvent sans précaution.

Graphique 3 — Évolution de l'extraction de l'indium dans le temps (en milliers de tonnes)



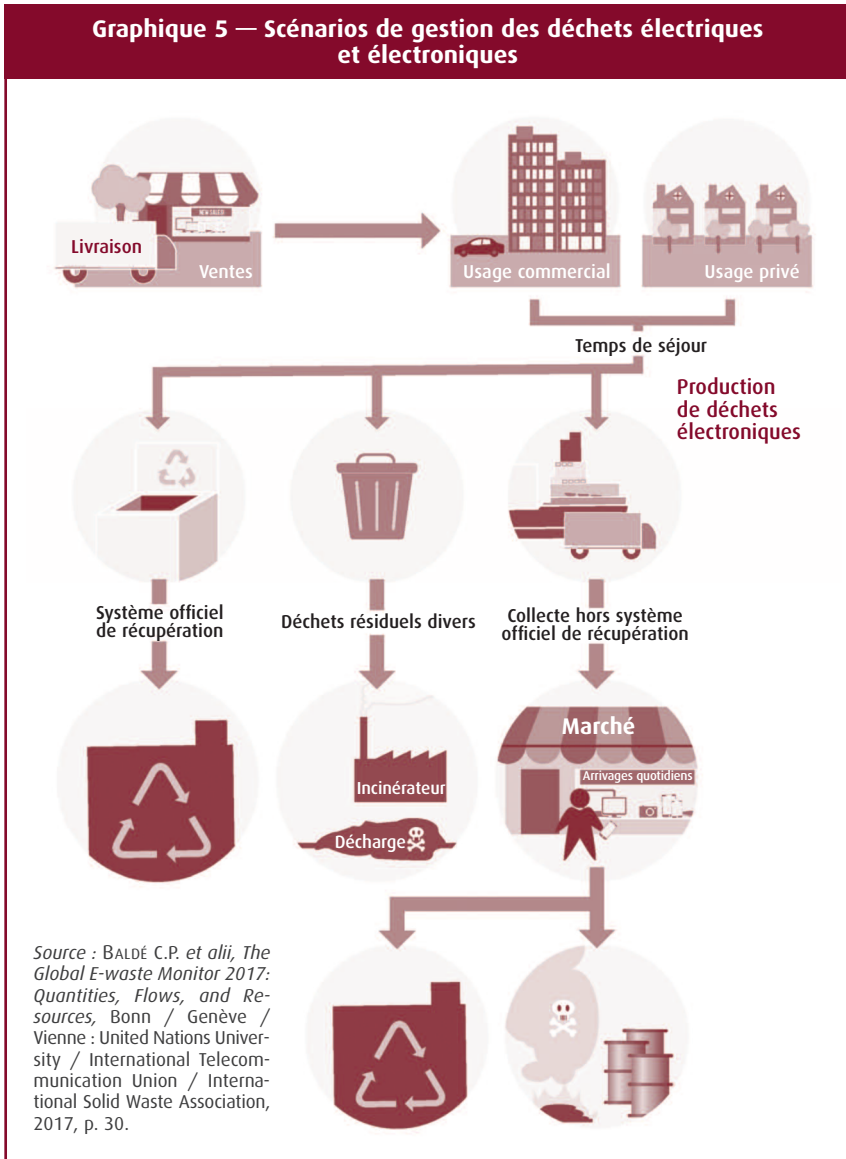
Source : HALLOY José, « More than an Energy Issue We Have a Problem of Materials », quatrième séminaire « Science et énergie » de l'École de physique des Houches, 4-9 mars 2018. URL : <http://science-and-energy.org/wp-content/uploads/2018/03/JH-Les-Houches-2018.pdf>. Consulté le 30 janvier 2019.

Graphique 4 — Risques environnementaux de l'extraction des terres rares



Source : BUCHERT Matthias, « Rare Earths — a Bottleneck for future Wind Turbine Technologies? », Öko-Institut e.V., 2011. URL : <https://www.oeko.de/oekodoc/1296/2011-421-en.pdf>. Consulté le 30 janvier 2019. Traduction Futuribles.

Guillaume Pitron ²⁶ décrit les ravages environnementaux qu’effectue cette industrie en Chine et en Afrique notamment, et remarque fort justement que les pays occidentaux ont ainsi transféré à des pays pauvres la pollution qui en résulte.



26. PITRON Guillaume, *La Guerre des métaux rares. La face cachée de la transition énergétique et numérique*, Paris : Les Liens qui libèrent, 2018 (analysé in *Futuribles*, n° 425, juillet-août 2018, p. 132-134 [NDLR]).

La gestion de la fin de vie des équipements numériques est, elle aussi, problématique. Environ 50 millions de tonnes de déchets électriques et électroniques ont été générés dans le monde en 2018, dont seulement 20 % sont identifiés comme faisant l'objet d'une prise en charge par une filière de recyclage autorisée, le taux de prise en charge allant de 0 % à 74 % (Suisse, Norvège) et étant d'environ 50 % en France. Environ 40 % de ces déchets sont des équipements numériques connectables, correspondant à notre définition du numérique. La majeure partie des déchets va donc aller polluer les sols de pays pauvres (Afrique, Asie), soit parce qu'ils y auront été clandestinement envoyés en tant que déchets pour y rejoindre une décharge sauvage, soit parce qu'ils y seront d'abord reconditionnés pour être revendus, puis jetés ou incinérés sans précaution une fois leur seconde vie terminée.

Même lorsque les équipements numériques arrivés en fin de vie sont bien pris en charge au sein d'une filière officielle de recyclage, beaucoup de métaux critiques pour le numérique s'avèrent très faiblement recyclables : par exemple, le taux de recyclage de l'indium, du gallium, du tantale et du germanium est inférieur à 1 %. Il est donc déterminant d'allonger la durée de vie effective des équipements numériques, ce qui conduit à interroger les modes de consommation actuels, et leurs ressorts.

Une surconsommation fortement polarisée

La fréquence de renouvellement croissante des terminaux est le premier marqueur de la surconsommation numérique dans les pays développés : la durée de vie de chaque nouveau type d'appareil est de plus en plus faible (moins de deux ans pour un *smartphone*, quatre ans pour un ordinateur portable, six ans pour un ordinateur fixe), en raison d'une obsolescence perçue ou réelle intervenant de plus en plus tôt, et le rythme des innovations présentées comme des « avancées majeures » à grand renfort de *marketing* s'accélère afin de soutenir les ventes : téléviseurs HD (haute définition) en 2006, UHD (ultra-haute définition) 4K (4 000 pixels horizontaux) en 2014, UHD 8K en 2018...

D'autre part, le nombre de périphériques numériques dont nous nous équipons augmente très vite : un foyer de quatre personnes dans un pays développé qui disposait en moyenne de 10 appareils en 2012 devrait en posséder 50 en 2022 ²⁷.

Enfin, la multiplication d'usages vidéo (gratuits pour la plupart) couplée à la part croissante des images de qualité HD et UHD, et au déport des usages vers de la consommation à la demande (*streaming*, *VoD* [*video on demand*], *cloud gaming*), provoquent une explosion du trafic ²⁸ sur les réseaux

27. *The Impact of the Internet of Things: The Connected Home*, GSMA, 2015. URL : <http://www.gsma.com/loT/wp-content/uploads/2015/02/Connected-Living-Report-Impact-of-IoT.pdf>. Consulté le 30 janvier 2019.

28. Cisco, *Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022* et *Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016-2021*, Cisco, 2018. URL, respectivement : <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html>

Tableau 1 — Répartition géographique de la consommation numérique et de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) en 2018

	Population (millions)	Appareils par habitant	Trafic/habitant (Go/mois)	GES (MtCO _{2e})	GES/habitant (kgCO _{2e})
États-Unis	330	9,0	150,0	376	1 138
Europe occidentale	420	6,0	56,0	238	567
Japon	125	7,0	59,0	70	560
Chine	1 420	3,3	22,0	510	359
Pays en développement	3 700	1,2	2,8	289	78
Monde	7 700	2,6	20,8	1 912	248

N.B. : Go = gigaoctets ; MtCO_{2e} = millions de tonnes d'équivalent CO₂ ; kgCO_{2e} = kilogrammes d'équivalent CO₂.

Source : The Shift Project, 2018, à partir de données Cisco.

(hausse de plus de 25 % par an ; de plus de 50 % sur les réseaux mobiles) et dans les *data centers* (+ 35 % par an). Les GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft) et les BATX (Baidu, Alibaba, Tencent, Xiaomi) sont ainsi responsables de 80 % du trafic écoulé par les réseaux.

Même si les *smartphones* sont d'ores et déjà présents dans tous les pays, les profils de consommation numérique sont extraordinairement contrastés entre pays développés et pays en développement. En 2018 et en moyenne, un habitant aux États-Unis possède neuf périphériques numériques connectés et consomme environ 150 gigaoctets de données par mois, alors qu'un Indien en possède un et consomme moins de trois gigaoctets. L'empreinte carbone numérique d'un Américain est ainsi 15 fois celle d'un Indien et cinq fois plus élevée que la moyenne mondiale.

La surconsommation numérique ²⁹, une histoire de croissance économique ?

La transition numérique en cours, qui a véritablement commencé en 2013, est largement née de la conviction qu'elle allait engendrer un retour à une croissance économique forte. Ainsi, Gilles Babinet, président du Conseil national du numérique, déclarait-il au *Figaro*, le 26 janvier 2012 : « Nous ne cessons de le dire, le numérique est une opportunité de croissance comme il ne s'en représentera pas de sitôt. Dans de nombreux pays, il représente déjà plus de 50 % de la croissance du PIB [...] Or, et c'est le point qui a le plus frappé les membres du Conseil national du numérique : au travers des nombreuses rencontres que nous avons effectuées avec nos élus et les dirigeants de nos grandes entreprises, nous avons été surpris de constater que ceux-ci ne perçoivent que faiblement le potentiel numérique. »

et <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.html>. Consultés le 30 janvier 2019.

29. On parle bien, ici, de consommation de biens et de services numériques, et non de consommation d'énergie.

Pourtant, même les plus ardents défenseurs de cette thèse, admettent aujourd'hui être un peu perplexes face à l'absence d'effets concrets des investissements numériques sur la productivité (donc sur le potentiel de croissance)³⁰ : « La croissance exceptionnellement faible de la productivité au cours des dernières années a suscité des inquiétudes à un moment où la croissance économique à long terme et la prospérité des économies avancées dépendent plus que jamais des progrès en termes de productivité. À l'ère de la "disruption" numérique, alors que les entreprises se concentrent sur la mise en œuvre de solutions numériques et l'exploitation d'innovations telles que l'automatisation et l'intelligence artificielle, la disparition de la croissance de la productivité est encore plus déroutante. »

D'autres économistes, comme Daniel Cohen, avancent des éléments d'explication à ce paradoxe apparent³¹ : « Les robots, ordinateurs, remplacent l'homme, ils ne décuplent plus sa force. Cet effet de substitution du numérique à l'emploi est fondamental. La distribution des bénéfices du progrès technique, en termes de capacité à accroître la productivité des gens, est beaucoup plus faible qu'au XX^e siècle. Il en résulte une croissance atone et un pouvoir d'achat beaucoup moins dynamique », et résume ainsi la situation : « Nous vivons ce qui apparaît comme une contradiction dans les termes : une révolution industrielle sans croissance ! »

Ou le signe d'une profonde mutation psycho-sociétale ?

Mais d'autres éléments d'explication à la surconsommation numérique sont à rechercher dans le champ psycho-sociétal. Selon Gilles Lipovetsky³², « nous sommes entrés dans une nouvelle phase du capitalisme : la société d'hyperconsommation. Un *Homo consumericus* de troisième type voit le jour, une espèce de turbo-consommateur décalé, mobile, flexible, largement affranchi des anciennes cultures de classe, imprévisible dans ses goûts et ses achats, à l'affût d'expériences émotionnelles et de mieux-être, de qualité de vie et de santé, de marques et d'authenticité, d'immédiateté et de communication. »

Pierre-Marc de Biasi³³ concentre son analyse sur le *smartphone* et y voit même une dimension existentielle : « [...] avec sa technologie embarquée, il dote son heureux propriétaire de superpouvoirs, à commencer par les toutes dernières applications dont on parle comme de véritables miracles. C'est un outil suréquipé d'innovations fonctionnelles, ultrasophistiquées, au regard desquelles les anciens modèles paraissent de pauvres choses dérisoires, qu'il vaut mieux ne pas exhiber. » Ou encore « L'antinomie du jeu et

30. REMES Jaana *et alii*, *Solving the Productivity Puzzle: The Role of Demand and the Promise of Digitization*, McKinsey Global Institute, 2018. URL : https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured_Insights/Meeting_societys_expectations/Solving_the_productivity_puzzle/MGI-Solving-the-Productivity-Puzzle-Report-February-22-2018.ashx. Consulté le 30 janvier 2019.

31. COHEN Daniel, *Le Monde est clos et le désir infini*, Paris : Albin Michel, 2015.

32. LIPOVETSKY Gilles, *Le Bonheur paradoxal*, Paris : Gallimard, 2006.

33. BIASI Pierre-Marc (de), *Le Troisième Cerveau. Petite phénoménologie du smartphone*, Paris : Centre national de la recherche scientifique (CNRS) Éditions, 2018.

de l'ennui pourrait donc bien contenir un des secrets de notre relation problématique au *smartphone* : l'obsession de se distraire. »

Philippe Vion-Dury³⁴ est, en ce qui le concerne, convaincu que cette surconsommation est le résultat de la stratégie des GAFAM : « Sous l'action conjuguée de tous les grands acteurs d'Internet, la personnalisation devient un système total construisant une vision du monde algorithmiquement régulée » et « un individu très connecté est soumis à la pression croissante de bulles filtrantes multiples créant des environnements cognitifs, culturels et sociaux qui sont censés répondre à sa curiosité ou à sa demande de consommateur [...] »

Jean-Paul Gaillard³⁵ considère que la transition numérique en cours doit être pensée comme un aspect de la mutation vers un homme nouveau : « La dernière mutation, celle d'aujourd'hui et qui nous bouscule tant, entraîne l'émergence de l'Homme connectique » et « la définition du "moi" dans le monde naissant, est acceptée comme changeante, mouvante, elle se plie à la condition nouvelle et drastique de mise en visibilité : la connexion permanente ».

Pour un nouvel écosystème numérique

Quelle que soit la dimension plus ou moins structurante que l'on reconnaisse à la transition numérique actuelle, des études récentes mais nombreuses sont maintenant disponibles qui montrent l'existence d'effets délétères de la surconsommation numérique sur la santé. Citons notamment : troubles de sommeil, comportements alimentaires sources d'obésité, moindre développement de la vision panoramique chez les enfants, troubles graves de la communication et du comportement s'apparentant à des troubles du spectre autistique, détérioration de la rétine. Or, au-delà du jeu des acteurs individuels, c'est aussi la logique de fonctionnement de l'écosystème numérique actuel qui mène à ces pratiques de surconsommation.

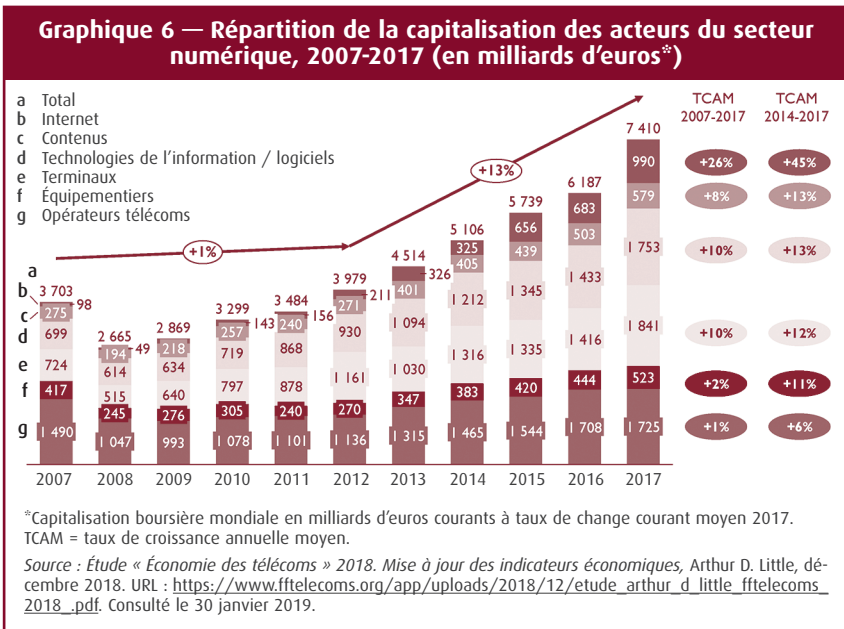
Les modèles économiques et les régulations en place ont abouti à une situation où le degré de consommation d'un produit est l'élément essentiel de création de valeur. Afin de développer les effets de réseau indirects³⁶ sur leurs marchés « multifaces », les plates-formes mettent en place des stratégies tarifaires de gratuité (apparente) afin d'attirer les consommateurs potentiels, dont elles valorisent ensuite la présence auprès des fournisseurs³⁷.

34. VION-DURY Philippe, *La Nouvelle Servitude volontaire. Enquête sur le projet politique de la Silicon Valley*, Limoges : Fyp éditions (Présence), 2016 (analysé in *Futuribles*, n° 419, juillet-août 2017, p. 101-103 [NDLR]).

35. GAILLARD Jean-Paul, *Enfants et adolescents en mutation. Mode d'emploi pour parents, éducateurs, enseignants et thérapeutes*, Paris : ESF éditeur, 2009.

36. COLIN Nicolas et alii, « Économie numérique », *Les Notes du Conseil d'analyse économique*, n° 26, octobre 2015. URL : <http://www.cae-eco.fr/IMG/pdf/cae-noteo26.pdf>. Consulté le 30 janvier 2019.

37. Par exemple, Google met gratuitement à disposition son moteur de recherche pour les internautes mais fait payer aux annonceurs la publicité contextuelle liée aux recherches.



D'une certaine façon, l'intérêt de ces acteurs est d'encourager la surconsommation, qui s'effectue à un coût marginal très faible pour eux, afin de maximiser la valeur qu'ils peuvent tirer de la création de ce « marché ».

Or, le coût environnemental de cette surconsommation est, lui, prohibitif. Ainsi, alors que cette reconfiguration du secteur se double d'une croissance annuelle de 7 % de son chiffre d'affaires depuis 2013, la croissance du PIB des pays de l'OCDE n'en tire pas profit et stagne autour de 2 %. La surconsommation numérique n'a donc pas d'effet observable sur la croissance de l'ensemble de l'économie et se fait au bénéfice exclusif d'acteurs en situation d'oligopole.

Cette analyse se double de craintes nouvelles quant à l'effet potentiellement négatif de la transition numérique actuelle sur les pays en développement. Selon la CNUCED ³⁸, « les pays en développement pourraient avoir beaucoup à perdre face aux monopoles du numérique » et « le passage au numérique risque d'accentuer la concentration des bienfaits des progrès technologiques dans les mains d'une minorité de précurseurs ».

Il est donc temps de reprendre le contrôle de nos usages numériques et de valoriser la sobriété pour faire en sorte que nos choix numériques ne soient plus guidés par la seule logique consumériste. Passant par une prise de conscience individuelle et collective des dangers et des méfaits de la sur-

38. CNUCED (Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement), *Rapport sur le commerce et le développement 2018. Pouvoir, plateformes et l'illusion du libre-échange*, New York / Genève : CNUCED, septembre 2018.

consommation, cette dynamique s'appuiera notamment sur des politiques publiques encourageant les comportements vertueux (par exemple, « réparabilité » des terminaux, location plutôt que vente), sur des outils méthodologiques permettant aux entreprises et aux organisations d'organiser le pilotage environnemental de leur transformation numérique, et sur une refondation (européenne) d'un écosystème numérique s'appuyant sur des principes de fonctionnement et des acteurs de référence en phase avec l'objectif d'un développement réellement durable, et donc, équitable. Un beau projet pour 2019. ■

NUMÉRIQUE, CROISSANCE ET EMPLOI DANS LES NUMÉROS RÉCENTS DE FUTURIBLES



Toujours en vente
22 € la revue (port inclus)

N° 417, mars-avril 2017

Dossier Productivité, croissance, emploi

- La troisième révolution industrielle : un mythe ?
- Progrès technique : productivité zéro
- Quelle croissance demain ?

N° 421, novembre-décembre 2017

- Nouvelle vague technologique et emploi
- La révolution de l'immatériel

N° 422 - janvier-février 2018

- Impact de la troisième révolution industrielle sur la croissance : courbe en forme de dromadaire ou de chameau ?
- Comment travaillerons-nous demain ?

Commande en ligne : <http://www.futuribles.com>

Informations / commande :

Futuribles - 47 rue de Babylone - FR-75007 Paris
Tél. + 33 (0)1 53 63 37 70 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54
E-mail diffusion@futuribles.com