

NUMÉRIQUE ET TRANSITION ÉCOLOGIQUE : UNE ALLIANCE PROGRESSIVE ET PROGRESSIVEMENT CONTESTÉE

Lucie Szejnhorn

Université Paris Cité

Résumé : *Dans un contexte de « numérisation du monde » et d'amplification de la prise de conscience écologique, cet article propose de questionner le discours d'une alliance naturelle entre la transition numérique et la nécessaire transition écologique. Pour ce faire, il propose de revenir sur les grandes étapes qui ont conduit à l'élaboration d'un champ relatif à l'impact environnemental du numérique et aux différentes articulations entre les Technologies de l'Information et de la Communication (Tic), le numérique et l'environnement.*

Mots clés : *Transition numérique ; transition écologique ; sociologie des techniques ; sociologie de l'environnement ; impact environnemental ; soutenabilité ; Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)*

Abstract: *As digitalization increases globally and ecological awareness grows, this article attempts to question the narrative of a natural alliance between the digital transition and the necessary ecological transition. To this end, this article proposes to focus on the main steps that led to the structuration of a research field on the environmental impact of digital technologies, as well as the various relations between Information and Communication Technologies (ICTs) and the environment.*

Keywords : Digital transition ; ecological transition ; sociotechnology ; environmental sociology ; environmental impact ; sustainability ; Information and Communication Technologies (ICT)

C'est une idée qui revient assez souvent face à une prise de conscience écologique qui ne cesse de prendre de l'ampleur : *point d'inquiétude, la technologie nous permettra de surmonter les épreuves*. Ce "solutionnisme" technologique suscite bien des oppositions, des appels à la nuance dans le monde politique, scientifique et auprès de la société civile. En 2021, des climatologues alertent sur les dangers d'une telle position, retardant la prise de décision sur la réduction des émissions de gaz à effets de serre et ce, malgré l'urgence. Entre un progrès technique envahissant, voire destructeur, et les espoirs qu'il suscite pour la résolution des grandes problématiques auxquelles l'humanité se trouve confrontée, la seconde option a pris une longueur d'avance¹. Dans ce discours dominant, le numérique occupe une place à part, ou plutôt, il est partout. Il n'est point d'innovation technique au service de la transition écologique qui ne soit peu ou prou dépendante du numérique.

Pour comprendre comment la « numérisation du monde » est devenue pour plusieurs un levier incontournable pour la transition écologique, cet article propose de revenir sur la façon dont ces deux champs se sont articulés au cours du temps, et comment une opposition à cette alliance s'est progressivement formée. Pour cela, je m'appuierai particulièrement sur l'exemple des débats ayant cours dans un contexte français. Alors que le numérique est très tôt vu comme un moyen formidable de rationaliser la conduite des activités humaines et une possibilité de fonder une nouvelle économie immatérielle (1), la structuration d'un champ de recherche dédié à l'impact environnemental du numérique a mis en lumière de nouvelles contradictions entre numérique et environnement (2). Si de nombreux acteurs (économiques mais aussi institutionnels) avancent pourtant leurs arguments en faveur d'une transition numérique inévitable mise au service de la transition

¹ Voir par exemple les propositions relatives à la Quatrième révolution industrielle du Forum économique mondial, <https://fr.weforum.org/agenda/fourth-industrial-revolution> ; ou le Pacte vert pour l'Europe, <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/green-deal/>.

écologique (3), la mise en lumière de l’empreinte environnementale croissante du numérique a peu à peu remis en cause l’idée d’une alliance naturelle entre numérique et environnement (4).

1970-2000 : De la cybernétique au cyberspace

On trouve les premiers liens entre informatique et environnement dans la cybernétique qui est la science de la communication interdisciplinaire étudiant les analogies entre être vivants et machines. Elle a été fondée dans les années 1940 sous l’impulsion de Norbert Wiener (1961). On attribue à ce champ une influence déterminante dans divers domaines, à l’instar de la robotique, la théorie des systèmes ou les sciences cognitives. La cybernétique est aussi à l’origine de l’intelligence artificielle dont les applications se trouvent aujourd’hui au cœur des stratégies d’optimisation à visée de réduction de l’impact environnemental des activités humaines (Dauvergne, 2020). Ainsi, l’utilisation de l’informatique « pour répondre à la crise écologique » se pose dès 1970 au quatrième symposium de l’*American Society for Cybernetics*. La conférence sur le thème du « *Management of ecological systems* » verra son compte-rendu publié en 1972 sous le titre « *Cybernetics, Artificial Intelligence, and Ecology* » (Robinson & Knight, 1972)². L’intérêt précoce que la cybernétique consacre aux potentialités du numérique pour gérer l’environnement sera plus tard repris dans des développements qui seront opérés au sein des sciences informatiques (Hilty, 2014).

L’influent architecte et théoricien des systèmes Buckminster Fuller va développer une simulation éducative du nom de *The World Game* au début des années 1960.

² Le terme « *ecology* » fait alors référence à l’écologie scientifique, ou science étudiant les écosystèmes.

S'appuyant sur les modélisations informatiques qui seront par la suite utilisées dans le cadre du rapport Meadows *The limits to growth* (Meadows *et al.*, 1972), le jeu préfigure l'approche qu'il développera plus tard sous le nom de Vaisseau Terre (Fuller, 1969). Grâce à la science du *design*, aux informations obtenues par les modélisations mathématiques et aux innovations technologiques, les humains vont pouvoir gérer les ressources du « vaisseau spatial » – la planète Terre – dans lequel ils se trouvent. On retrouve l'influence de Fuller et Wiener chez Stewart Brand. Cet étudiant en biologie fasciné par la cybernétique deviendra un pionnier de la cyberculture, à la croisée des mouvements communautaires des années 1960, infusés de l'idée de « retour à la terre ». Empreint d'une grande technophilie, il fera le pont entre la culture hippie et la culture entrepreneuriale des jeunes cadres qui donnera naissance à l'esprit de la Silicon Valley telle qu'on la connaît aujourd'hui (Turner, 2006).

La publication du rapport Meadows en 1972 qui affirme l'impossibilité d'une croissance infinie dans un monde fini et pointe la probable incapacité du progrès technologique à éviter la crise (Meadows *et al.*, 1972, p. 150), marque un tournant important dans la prise de conscience de la catastrophe environnementale et climatique à venir. À cette époque, le rapport va connaître un large retentissement mais aussi des critiques qui s'élèveront contre la thèse avancée. Parmi celles-ci, on pointe l'absence d'un facteur dans le rapport : les progrès exponentiels d'innovations qui viendront régler les problèmes qui pourraient apparaître dans le futur (Kaysen, 1972 ; Wallich, 1982). La révolution numérique notamment, tiendrait ainsi lieu de solution face à la crise écologique qui s'annonce. Des changements dans ce sens seront inclus dans la réédition du rapport, *Beyond the limits*, ouvrant la voie à un scénario légèrement plus optimiste (Meadows *et al.*, 1992 ; Freeman, 1996, p.34).

On peut alors déjà retracer les premières annonces d'un futur bureau « sans papier » (Harwood, 2006, p.3), tandis que dans les années 1990, la « dématérialisation » viendrait limiter les déplacements grâce au magasinage en ligne ou au télétravail (Romm *et al.*, 1999), ainsi, les émissions de CO2 dues au transport. Le premier acteur à manifester un intérêt quant à l'impact environnemental des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) est la Silicon Valley Toxics Coalition, créée en 1982 en Californie à la suite de la découverte de fuites de produits toxiques émanant des sites de production d'IBM et Fairchild Electronics, soupçonnées d'être à l'origine de problèmes de santé dans la région, notamment d'un accroissement des anomalies congénitales (Flipo *et al.*, 2016). La coalition se donne alors pour mission de surveiller les activités des entreprises du numérique dans la région, de promouvoir le recyclage des ordinateurs auprès du public et la responsabilité sociale et environnementale de ces entreprises. Le Basel Action Network, créé en 1997, s'appuie sur la Convention de Bâle et se donne pour objectif de combattre l'exportation des déchets toxiques de cette industrie des pays du Nord vers les pays du Sud (Basel Action Network, 1997).

Outre ces premières alertes quant à l'impact direct de la fabrication du matériel, l'invisibilité de l'empreinte numérique sera largement entretenue jusque dans les années 2000. Même les pionniers de l'écologie Jacques Ellul (1982, p. 221-222) et André Gorz (2003) voient dans l'informatisation et les nouvelles technologies des possibilités d'émancipation et affichent un certain optimisme envers cette nouvelle économie « immatérielle ». En proclamant l'indépendance du cyberspace en 1996, l'influent fondateur de l'Electronic Frontier Foundation John Perry Barlow allait durablement ancrer dans les esprits l'idée d'un monde numérique affranchi des contraintes matérielles. Il y déclare à cet effet :

Gouvernements du monde industriel, géants fatigués de chair et d'acier, je viens du cyberspace, nouvelle demeure de l'esprit. Au nom de l'avenir, je vous demande, à vous qui êtes du passé, de nous laisser tranquilles. Vous n'êtes pas les bienvenus parmi nous. Vous n'avez aucun droit de souveraineté sur nos lieux de rencontre. [...] Vos notions juridiques de propriété, d'expression, d'identité, de mouvement et de contexte ne s'appliquent pas à nous. Elles se fondent sur la matière. Ici, il n'y a pas de matière. (Barlow, 2000, p.50)

Dans les années 1990, la numérisation du monde bat son plein, faisant de cette nouvelle étape un processus intrinsèquement « écologique » s'appuyant sur l'invisibilité des infrastructures et des flux, et un vocabulaire explicite : on parle alors de « dématérialisation », puis de *cloud* pour désigner l'accès aux serveurs et espaces de stockage des données via Internet. La stratégie de Lisbonne, adoptée par le Conseil européen, consacre elle-même l'idée d'une croissance découplée de l'empreinte écologique grâce à une économie fondée sur la connaissance reposant sur le numérique (Conseil européen de Lisbonne, 2000).

Au-delà des effets néfastes directement imputables à la production industrielle des équipements informatiques, c'est la diffusion rapide des terminaux et l'explosion des usages avérés et projetés des TIC qui vont amener à de nouvelles réflexions sur leur impact environnemental : un calcul impossible entre effets positifs et négatifs et effets directs et indirects de la « révolution numérique ».

2000-2008 : Emergence d'un champ de recherche dédié

C'est au cours des années 2000 que se structure un champ de recherche dédié à l'impact environnemental du numérique : *L'ICT for sustainability*. Celui-ci combine deux approches. La *Sustainability through design* ou comment les TIC

peuvent être un levier pour une société durable en modifiant les modes de production et de consommation et la *Sustainability in design* ou comment réduire l’empreinte environnementale des TIC (Hilty & Aebischer, 2015, p.17).

En 2001, l’Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) propose une catégorisation de l’impact des TIC sur l’environnement en distinguant de ce fait, les effets de premier, deuxième et troisième ordres (Berkhout & Hertin, 2001, p. 4-5). Les effets de premier ordre ou effets directs, sont ceux relatifs au cycle de vie des terminaux (pollution et émissions dues à la production, au transport, à l’entretien, au traitement en fin de vie, ainsi que leur usage. Principalement le stockage et l’acheminement des données³). Ils sont compensés, selon les auteur(e)s par l’impact positif des applications du numérique à l’environnement. Les effets de second ordre sont principalement ceux amenés par la « dématérialisation », partiellement compensés lorsqu’il y a « substitution incomplète » ou « rematérialisation » (termes employés lorsque les gains environnementaux sont annulés par le coût de fonctionnement et de production des TIC). L’exemple donné est celui du bureau « sans papier », pour lequel l’informatisation s’ajoute au papier plus qu’elle ne le remplace (Berkhout *et al.*, 2001, p. 5-6). Pour la troisième et dernière catégorie, les auteur(e)s supposent des effets positifs sur nos modes de vie - une consommation plus « verte » - mais soulèvent la question des effets rebonds.

Cette classification a fait l’objet de nombreuses critiques et propositions alternatives (Hilty, 2015 ; Flipo *et al.*, 2016). La plus répandue est celle de l’impossible calcul que ce modèle appelle entre effets positifs et négatifs des TIC, tant leur diffusion est large, leurs effets bénéfiques futurs spéculatifs, les données concernant leurs impacts négatifs absentes, et les effets rebonds impossibles à

³ Aujourd’hui, l’augmentation de trafic est estimée à 26% par an, selon Marquet, Combaz & Berthoud, 2019.

évaluer. Dans les années qui suivent la publication du rapport, de nombreux chercheur(e)s vont se saisir du sujet. Depuis l'ouvrage *ICT Innovations for Sustainability* (Hilty & Aebischer, 2015) on divise généralement les effets environnementaux des TIC en trois catégories : les effets directs des technologies (*Life Cycle Impact*), les effets de leurs applications indirects sur la production et la consommation (*Enabling Impact*), et les effets économiques et institutionnels, structurels (*Structural Impact*) (Hilty *et al.*, 2015, p.32). La mise en balance des effets positifs et négatifs y est abandonnée, notamment en raison des incertitudes liées à l'effet rebond.

Plus connu sous le nom de paradoxe de Jevons – du nom de l'économiste qui en a posé les principes à la suite de l'introduction de la machine à vapeur (Jevons, 1965) - l'effet rebond désigne généralement les mécanismes qui réduisent les potentielles économies d'énergie permises par une amélioration de l'efficacité énergétique, l'introduction de technologies plus efficaces pouvant en fin de compte augmenter la consommation totale en énergie. La particularité de l'effet rebond, parmi les effets environnementaux négatifs imputables aux TIC est qu'il est ignoré des entreprises qui s'engagent pour un numérique « durable » ou « responsable ». On peut distinguer trois types d'effets rebonds (Sorrell, 2009, p.1457 ; Parrique *et al.*, 2019)⁴.

Les effets directs concentrent la majeure partie des études et sont les plus simples à évaluer. Ils se produisent lorsque la baisse du coût d'une ressource déclenche une augmentation de la demande et/ou de l'utilisation de ladite ressource. Ainsi, l'augmentation de la performance et l'optimisation des terminaux ainsi que la

⁴ Les catégorisations sont variables suivant les articles, et leurs délimitations elles-mêmes floues, de l'avis des auteurs et autrices du champ. Pour d'autres catégories d'effets (les rebonds liés aux gains de temps – côté producteur ou consommateur – ou le réajustement des prix et des quantités à l'échelle économique globale). Voir par exemple Greening, Greene & Difiglio, 2000.

réduction des coûts de fabrication ont été largement compensées par la multiplication des terminaux (Hilty, 2008, p.40). On parle d'effets indirects ou effets de réinvestissement lorsque les consommateur(e)s d'une ressource ou d'un produit devenu moins cher reportent les économies réalisées (en temps, en énergie ou en argent) sur la consommation d'autres produits. Dans ces deux cas, l'économie initiale peut alors être totalement annulée voire conduire à une augmentation globale des ressources ou de l'énergie. C'est l'effet initialement décrit par Jevons ou effet *backfire*. On parle d'effets structurels lorsqu'une baisse du prix de l'énergie se répercute sur tous les biens finaux, provoquant dès lors des changements structurels et globaux dans les modes de production et habitudes de consommation sur le long-terme. Le groupe EcoInfo note ainsi que :

Le numérique [...] facilite la gestion de l'approvisionnement en flux tendu, accélère les processus de production et incite à des modes de livraison rapides. Les TIC entraînent donc une accélération du rythme de la société dans son ensemble, par la systématisation et l'amplification des techniques de production et d'exploitation des ressources (Marquet, 2019, p. 92).

Numérique et environnement entretiennent donc une relation « complexe, interdépendante, profondément incertaine et dépendant des échelles utilisées » (Berkhout & Hertin, 2004). Malgré la multiplication des études sur la diffusion, les usages et l'impact environnemental de la révolution numérique, ses conséquences à moyen et long-terme sont techniquement imprévisibles.

En même temps qu'un champ scientifique nouvellement établi tente de penser les conséquences environnementales de la « numérisation du monde », l'impact environnemental du numérique fait son entrée, timide, dans le débat public. En

France, le collectif GreenIT⁵ créé en 2004, fait office de pionnier, portant la question de l'impact environnemental du numérique pour la société civile. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) conduit ses premières études sur la gestion des déchets des équipements électriques et électroniques (2004) à la suite d'une directive européenne (2002/96/CE). En 2005, ce sont les fabricants de terminaux eux-mêmes qui se retrouvent dans un consortium international sur la consommation énergétique des datacenters⁶. La même année est créé en France le groupement de service EcoInfo du Centre National pour la Recherche Scientifique (CNRS), réunissant des membres des secteurs de l'ingénierie et de la recherche se mobilisant pour « réduire les impacts environnementaux et sociétaux négatifs des technologies du numérique⁷ ». Les études, référentiels et diverses publications du groupe serviront d'appui en France à l'ensemble des acteurs concernés.

2008 - 2016 : le numérique au service de la transition écologique

Le terme Green IT s'impose réellement après la diffusion du rapport du cabinet de conseil Gartner – dit rapport Gartner – à destination des entreprises privées, en 2007 (Hilty *et al.*, 2015). Celui-ci prévoit une montée des préoccupations relatives au changement climatique et identifie le numérique comme un levier incontournable à mettre au service du développement durable (Mingay, 2007). Il voit dans les efforts demandés au secteur du numérique une opportunité de faire des économies à travers l'optimisation de l'efficacité énergétique des systèmes et du matériel. Le rapport note un développement des pratiques de *greenwashing*⁸, mais prévient que le

⁵ GreenIT, <https://www.greenit.fr/>

⁶ The Green grid, <https://www.thegreengrid.org/>.

⁷ EcoInfo, <https://ecoinfo.cnrs.fr/>.

⁸ Larousse, Ecoblanchiment : "Utilisation fallacieuse d'arguments faisant état de bonnes pratiques écologiques dans des opérations de marketing ou de communication (On trouve aussi *blanchiment*

« vert » n'est pas qu'un effet de mode, renvoyant aux travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). L'onde de choc qui va traverser l'industrie s'annonce donc durable et impose des changements importants au sein des entreprises. Le Green IT est depuis généralement entendu comme visant à réduire l'impact environnemental du numérique, de la production à la fin de vie des terminaux, en passant par ses usages. En français, les termes « numérique responsable » ou « durable » sont plus largement utilisés.

Le rapport Gartner va en fait susciter des réactions contrastées, entre mise en avant des potentialités du secteur pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre et prise de conscience de ses effets néfastes (Flipo *et al.*, 2016). Les industriels du secteur, représentés par la Global eSustainability Initiative (GeSI), mettent en avant les gains potentiels permis par les innovations technologiques liées au numérique dans un rapport en 2008 (GeSI, 2008⁹). Le secteur des TIC y est décrit comme un « acteur-clé pour parvenir à une société bas-carbone » (p.6). Les gains en émissions que pourraient permettre la « dématérialisation » et la mise en place de dispositifs « *smart* » dans le secteur du bâtiment, de la logistique, de l'énergie etc., sont quantifiées à travers une analyse sectorielle des gains potentiels. Les économies anticipées sont très importantes, mais le rapport conclut toutefois qu'il ne prend pas en compte l'effet rebond, et que « si on ne prend pas en compte les contraintes [de l'effet rebond], on ne peut pas garantir que les gains d'efficacité ne conduiront pas à une augmentation des émissions » (p.50).

vert, calque de l'anglais (*greenwashing*.)". <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9coblanchiment/10910961>.

⁹ Le GeSI renouvellera ses analyses dans de nouveaux rapports (GeSI, 2012 ; 2015). Ce dernier sera notamment mis en avant par le Secrétariat de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques.

Toujours en 2008, Frédéric Bordage, à l'origine du collectif GreenIT.fr, forge le terme de « sobriété numérique », aujourd'hui largement répandu : pour réduire l'impact du numérique, il faut penser à « modérer ses usages numériques quotidiens »¹⁰. En 2011 est créé un groupement professionnel des acteurs « engagés pour un numérique responsable », l'Alliance Green IT, les publications et référentiels sur l'écoconception et le numérique responsable ou durable se multiplient. En 2012, les institutionnels français se saisissent plus nettement du sujet. L'ADEME et le Cigref¹¹ (un réseau de grandes entreprises et administrations publiques françaises investies pour « réussir le numérique ») réalisent un guide sectoriel (ADEME & Cigref, 2012) permettant aux entreprises de réaliser un bilan de leurs émissions de gaz à effets de serre sur l'ensemble du cycle de vie de leurs produits et services numériques¹². Le groupe EcoInfo signe la même année un rapport de référence, soulevant la difficulté particulière qu'il y a à mesurer l'impact du numérique en raison des multiples facteurs à prendre en compte (Berthoud *et al.*, 2012). L'effet rebond est souvent évoqué comme une externalité négative majeure, imprévisible et à mettre en balance des effets positifs avancés ou futurs du numérique.

L'intérêt des médias et du grand public pour l'obsolescence programmée - concrétisé par la création de l'association HOP¹³ (Halte à l'Obsolescence Programmée) en 2015 - et la gestion désastreuse des déchets électroniques montrent pour leur part un intérêt grandissant pour l'impact environnemental du numérique.

¹⁰ Glossaire – Green IT : *Sobriété numérique*. <https://www.greenit.fr/2008/05/21/glossaire/>.

¹¹ Originellement nommé Club Informatique des Grandes Entreprises Françaises.

¹² Pour la dernière version, voir le référentiel *Négaoctet* (2018). <https://negaoctet.org/>.

¹³ <https://www.halteobsolescence.org/>.

Depuis 2016 : Transition numérique et transition écologique, une alliance inévitable

En 2016 déjà, le mythe de l'immatérialité du numérique est largement écorné, et son impact environnemental est une objection mobilisée de façon récurrente face aux différents usages qui lui sont assignés. Entre la consommation énergétique des centres de données (*datacenters*) qui hébergeraient la masse exponentielle de données destinées à alimenter les intelligences artificielles pour nous permettre d'optimiser nos activités (Diguët et Lopez, 2018 ; Lopez, 2019) et le poids croissant du matériel informatique (Pitron, 2018), source de pollutions majeures sur les lieux de production et d'exploitation des populations, le remède ne serait-il pas, finalement, pire que le mal ? La « numérisation du monde », ses émissions de gaz à effet de serre et la pression qu'elle entraîne sur les ressources inquiètent. On estime aujourd'hui la part du numérique à 4% des émissions mondiales de gaz à effets de serre, avec une projection à 8% à très courte échéance - 2025 pour la plupart des sources (ADEME, 2019). Le poids total des équipements électriques et électroniques consommés augmente de 2,5 millions de tonnes chaque année et en 2019, ce sont 53,6 millions de tonnes de ces équipements qui ont été produits dans le monde, soit 7,3 kg par habitant.e (Forti *et al.*, 2020, p. 13). Malgré l'optimisme qui demeure quant à la capacité du numérique à être un levier pour la transition écologique désormais vue comme inévitable, le public français se montre de plus en plus circonspect (BVA, 2019). Pourtant, la transformation numérique semble plus que jamais inarrêtable. Ainsi, en France, à l'automne 2020, alors que la nouvelle génération de réseau 5G s'apprêtait à passer le cap du déploiement, une controverse enflait au sein de la société civile et dans la communauté scientifique qui opposait bénéfices des nouvelles technologies et risques liés à son déploiement. Le discours prononcé par Emmanuel Macron, Président de la République française,

devant les acteurs de la *French Tech*, ne laissait pas planer de doute quant à la trajectoire empruntée :

Évidemment on va passer à la 5G. Je veux être très clair. La France c'est le pays des Lumières. C'est le pays de l'innovation. Et beaucoup des défis que nous avons sur tous les secteurs, ils se relèveront par l'innovation. Et donc on va expliquer, débattre, lever les doutes, tordre le cou à toutes les fausses idées, mais oui, la France va prendre le tournant de la 5G parce que c'est le tournant de l'innovation. Et j'entends beaucoup de voix qui s'élèvent pour nous expliquer qu'il faudrait relever la complexité des problèmes contemporains en revenant à la lampe à huile. Je ne crois pas au modèle Amish. (Emmanuel Macron, Président de la République française, 14 septembre 2020)

La transition numérique est donc accueillie avec déterminisme et justifiée – lorsqu'il s'agit de la dématérialisation des services publics – par une nécessaire réduction des coûts (matériels et humains) ainsi qu'un gain d'efficacité, organisant par là-même une dépendance effective au numérique et des inégalités d'accès (Rapport *Défenseur des droits*, 2019, p.5). Quant aux entreprises, elle y est justifiée en ces mêmes termes, auxquels on peut ajouter le développement de nouveaux services, les logiques d'efficience ou l'adaptation à la concurrence. C'est Daniel Kaplan, alors directeur de la Fédération Internet Nouvelle Génération (FING), qui avait posé en premier ce constat :

La plupart des transitions souhaitables, notamment la transition écologique, savent raconter leur but, mais échouent à définir un chemin. La transition numérique, c'est le contraire. Ces deux espèces de transitions sont faites pour se rencontrer (FING, 2016, p.6).

La nécessaire transition écologique viendrait donc donner son sens à une transition numérique, marquant le début d'une alliance de circonstance entre deux transitions considérées comme inévitables. Les propositions d'articulation entre numérique et

transition écologique se font depuis de plus en plus nombreuses, des plus enthousiastes aux plus pessimistes. Les notions de numérique responsable, d'écoconception, de sobriété numérique et de *lowtech* se sont diffusées et les prises de parole et publications sur le sujet se multiplient (Flipo, 2021 ; Pitron, 2021). Les contours de ces termes restent toutefois flous et varient grandement en fonction des contextes (et de celles et ceux qui les prononcent). L'écoconception numérique, en premier lieu, désigne les procédés consistant à diminuer l'impact environnemental direct du numérique tout au long du cycle de vie du matériel (de la mine à la décharge, en passant par l'usage), et s'adresse plus particulièrement aux concepteurs et conceptrices du matériel et des services numériques. Décorrélée d'une démarche de sobriété, elle n'a toutefois que peu de chance de diminuer l'impact environnemental du numérique face aux effets rebond mentionnés plus haut. La sobriété numérique s'attache le plus souvent à l'utilisateur(e), qui devrait tempérer ses achats et modérer ses usages, et parfois aux concepteurs et conceptrices qui pourraient envisager des solutions autres que numériques. Quant aux *lowtechs*, Philippe Bihoux emploie ce terme par opposition aux *high-techs*, assumant une définition floue et un concept se rapprochant de celui de « basses technologies, sans doute plus rudes et basiques, peut-être un peu moins performantes, mais nettement plus économes en ressources et maîtrisables localement » (Bihoux, 2014, p. 13).

Les publications se font de plus en plus critiques. Ainsi, la journaliste Célia Izoard incite celles et ceux qui « robotisent » le monde à questionner le sens de leur travail, et leur lancent cette injonction : « Merci de changer de métier » (2020). Finalement, pour les chercheurs Emmanuel Bonnet, Diego Landivar et Alexandre Monnin (2021) le numérique est une technologie zombie¹⁴, c'est-à-dire non soutenable et

¹⁴ L'expression est empruntée au physicien José Halloy.

donc appelée à disparaître dans une course à l'innovation se jouant vers un futur d'ores-et-déjà obsolète.

Conclusion

Au fil d'une histoire toujours dominée par une idéologie posant le numérique comme outil à même de résoudre les problèmes environnementaux, les discours alternatifs restent rares mais les tensions s'accroissent, comme le montre la controverse liée au déploiement de la 5G évoquée plus haut. Pour l'Autorité de Régulation des Communications Électroniques, des Postes et de la Distribution de la Presse (ARCEP), la 5G constitue « un véritable "facilitateur" de la numérisation de la société »¹⁵ permettant le développement de nouveaux usages numériques reposant sur les objets connectés - et donc condition de possibilité des systèmes « *smart* ». Là où certain(e)s n'y voyaient qu'une étape logique du développement technologique et une condition de possibilité d'optimisations énergétiques et logistiques (*smart city*, *smart grid*, voitures autonomes etc.), d'autres ont vu dans l'arrivée de la 5G une occasion de questionner l'idée d'un progrès technique perçu comme voie unique du progrès, sur laquelle nous n'aurions d'autre choix que de nous engager. Ce fut notamment le cas de scientifiques engagés contre le réchauffement climatique, d'associations environnementales ou de partis politiques engagés sur les questions écologiques (Le Monde, 20 février 2020 ; Journal du Dimanche, 12 septembre 2020). La 5G en est donc venue à représenter bien plus qu'une infrastructure : elle interroge notre rapport à la technologie, son impact environnemental, soulève la question des effets rebond et met en lumière notre incapacité à maîtriser les orientations techniques de nos sociétés.

¹⁵ <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiqués/detail/n/5g-2.html>.

Et en effet, il serait bien aventureux de considérer le numérique comme un outil écologique « en soi ». Il a d'abord été une technologie militaire avant de devenir un outil en appui à de nouvelles idéologies en recherche d'émancipation. Mais la transformation numérique de nos sociétés occidentales a surtout été promue de concert par les entreprises et les Etats comme moyen d'alimenter une nouvelle croissance prétendument immatérielle, profitant avant tout aux grandes entreprises technologiques.

Mais certain.es entrevoient un autre point de rencontre entre numérique et société soutenable, la réappropriation du numérique étant alors un levier de (re)territorialisation des enjeux écologiques par la création d'un « milieu démocratique commun » (Petit, 2017). Les communs numériques viennent alors en appui des transformations sociales et collectives considérées comme nécessaires, une condition de possibilité de l'implication de la société civile dans le passage à une société soutenable (Fing, 2019 ; Demailly *et al.*, 2017). Le chercheur Michael Kwet propose la fondation d'un écosocialisme numérique décentralisé, socialisé, affranchi des logiques de la propriété intellectuelle et fondé sur les besoins comme alternative aux grandes entreprises du numérique (2022). Il convient ainsi de savoir à qui appartiennent les outils, qui sont les travailleurs et travailleuses et les ressources qu'ils exploitent, au profit de qui et en poursuivant quel(s) objectif(s). Sans cela, créer de nouveaux dispositifs numériques ou proposer des alternatives ne suffira certainement pas. Le solutionnisme technologique promu par les classes dirigeantes paraît alors l'un des principaux facteurs retardant la mise en place des changements structurels nécessaires pour parvenir à la soutenabilité de nos modes de vie occidentaux.

Références

- ADEME (2004). *La gestion des DEEE*, Note de synthèse, doc SM/04-36, déc.
- ADEME (2019). *La face cachée du numérique au quotidien réduire les impacts du numérique sur l'environnement*.
- ADEME, Cigref. (2012). *Technologies numériques, information et communication (TNIC) : Réalisation d'un Bilan des émissions de gaz à effet de serre*. Guide sectoriel.
- Barlow, J. (2000). Déclaration d'indépendance du cyberspace. Dans : Olivier Blondeau (ed.). *Libres enfants du savoir numérique: Une anthologie du "Libre"*, Paris : Éditions de l'Éclat, p.47-54.
- Basel Action Network (1997). <https://www.ban.org/>.
- BVA. (2019). *Huitième étude de l'observatoire du numérique / Digital Society Forum*.<https://www.bva-group.com/sondages/numerique-et-environnement/> (Consulté le 24 février 2023).
- Berkhout, F. & Hertin, J. (2001). *Impacts of Information and Communication Technologies on Environmental Sustainability: speculations and evidence*. OECD. <https://www.oecd.org/sti/inno/1897156.pdf> (Consulté le 24 février 2023).
- Berkhout, F. & Hertin, J. (2004). De-materialising and re-materialising: digital technologies and the environment, *Futures*, 36 (8), p.903-920.
- Berthoud, F., Balin, P., Bohas, A., Charbuillet, C., Drezet, E. (2012). *Impacts écologiques des technologies de l'information et de la communication : les faces cachées de l'immatérialité*. Groupe EcoInfo. EDP Sciences, QuinteSciences.
- Bihouix, P. (2014). *L'âge des low tech : vers une civilisation techniquement soutenable*, Paris : Éditions du Seuil.
- Conseil Européen de Lisbonne (23 et 24 mars 2000). *Conclusions de la présidence*, Parlement européen, https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_fr.htm (Consulté le 24 février 2023).
- Dauvergne, P. (2020). *AI in the wild. Sustainability in the age of artificial intelligence*. Cambridge: MIT Press.
- Défenseur des droits (2019). [Rapport Dématérialisation et inégalités d'accès aux services publics](#) (Consulté le 24 février 2023).
- Demailly, D., Francou, R., Kaplan, D. & Saujot, M. (2017). Faire converger les transitions numérique et écologique, *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 87, 13-16.
- Diguet, C. et Lopez, F. (2018). Data centers, derrière la façade. Le coût réel des données virtuelles, *Revue du crieur*, 10(2), 90-115.

- Directive 2002/96/CE du Parlement européen et du conseil relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) (2003, 27 janvier). https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ac89e64f-a4a5-4c13-8d96-1fd1d6bcaa49.0007.02/DOC_1&format=PDF (Consulté le 24 février 2023).
- Dyke, J., Watson, R. & Knorr, W. (2021, 22 avril). Climate scientists: concept of net zero is a dangerous trap. *The conversation*, <https://theconversation.com/climate-scientists-concept-of-net-zero-is-a-dangerous-trap-157368> (Consulté le 24 février 2023).
- Ellul, J. (1982). *Changer de révolution. L'inéluctable prolétariat*, Paris : Le Seuil.
- Fing. (2016). *Transitions*, Cahier d'enjeux Questions Numériques. <https://fing.org/wp-content/uploads/2020/02/cahier-d-enjeux-fing-questions-numeriques-transitions.pdf> (Consulté le 24 février 2023).
- Fing. (2019). Cahier d'enjeux "Questions Numériques — RESET". <https://fing.org/wp-content/uploads/2020/02/cahier-d-enjeux-fing-questions-numeriques-reset.pdf> (Consulté le 24 février 2023).
- Flipo, F., Deltour, F. & Dobre, M. (2016). Les technologies de l'information à l'épreuve du développement durable, *Natures Sciences Sociétés*, 24, 36-47.
- Flipo, F. (2021). *La numérisation du monde. Un désastre écologique*. Paris : L'Échappée.
- Forti, V., Balde, C. P., Kuehr, R., Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf (Consulté le 24 février 2023).
- Freeman, C. (1996). The greening of technology and models of innovation, *Technological Forecasting and Social Change*, 53(1), 27-39.
- Fuller, B. (1969). *Operating Manual for Spaceship Earth*, New York: Amereon.
- GeSI. (2008). *SMART 2020 : enabling the low carbon economy in the information age*. <https://gesi.org/research/smart-2020-enabling-the-low-carbon-economy-in-the-information-age> (Consulté le 24 février 2023).
- GeSI. (2012). *SMARTer2020: the role of ICT in driving a sustainable future*. <https://gesi.org/research/gesi-smarter2020-the-role-of-ict-in-driving-a-sustainable-future> (Consulté le 24 février 2023).
- GeSI. (2015). *#SMARTer2030 ICT Solutions for 21st Century Challenges*. <https://smarter2030.gesi.org/> (Consulté le 24 février 2023).
- Gorz, A. (2003). *L'immatériel : connaissance, valeur et capital*. Paris: Galilée.

- Greening, L. A., Greene, D. L. & Difiglio, C. (2000). Energy efficiency and consumption—the rebound effect—a survey, *Energy Policy* 28 (6–7), p. 389–401.
- Harwood, I. (2006). *Revisiting the 'paperless office': A case of values, power and (in)action*, Managing Working Papers School of Management, University of Southampton.
- Hilty, L-M. (2008). *Information technology and sustainability: Essays on the relationship between information technology and sustainable development*. Norderstedt: Books on Demand.
- Hilty, L-M. (2014). History and Definition of Environmental Informatics. In: *Umweltinformatik – Einblick in drei Jahrzehnte der Entwicklung einer Wissenschaftsdisziplin*. Edited by: Volker Wohlgemuth, Kristina Voigt, Werner Pillmann. pp. 13-19. Shaker Verlag, http://publicationslist.org/data/lorenz.hilty/ref-224/2014_Hilty_History_and_Definition_of_Environmental_Informatics.pdf (Consulté le 24 février 2023).
- Hilty, L-M. & Aebischer, B. (2015). *ICT for sustainability: an emerging research field*. In : Hilty, L-M. & Aebischer, B. (eds.), *ICT Innovations for Sustainability*. Zurich, Springer : International Publishing Switzerland.
- Izoard, C. (2020). *Lettre aux humains qui veulent robotiser le monde — Merci de changer de métier*. Montreuil : éditions de la dernière lettre.
- Jevons, W. S. (1965). *The coal question: An inquiry concerning the progress of the Nation, and the probable exhaustion of our coal-mines*. London: Macmillan & Co.
- Kaysen, C. (1972). The Computer That Printed out W*O*L*F*, *Foreign Affairs*. 50 (4), p.660–668.
- Kwet, M. (2022, 31 mai). Digital Ecosocialism : Breaking the power of Big Tech, *TNI longreads*. <https://longreads.tni.org/digital-ecosocialism> (Consulté le 24 février 2023).
- Lopez, F. (2019). *À bout de flux*. Paris : Editions Divergences.
- Marquet, K., Combaz, J. et Berthoud, F. (2019). *Introduction aux impacts environnementaux du numérique*. 1024, bulletin de la Société Informatique de France, pp.85-97. hal-02410129. <https://hal.inria.fr/hal-02410129/document> (Consulté le 24 février 2023).
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. & Berhens, W. (1972). *The limits to growth; a report for the club of rome's project on the predicament of mankind*. <https://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf> (Consulté le 24 février 2023).
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. (1992) *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*. London: Earthscan Publications Ltd.

- Mingay, S. (2007). *Green IT: The New Industry Shock Wave*. Gartner: Stamford.
- Parrique, T., Barth, J., Briens, F., C. Kerschner, Kraus-Polk, A., Kuokkanen, A., Spangenberg, J.H. (2019). *Decoupling debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability*. European Environmental Bureau. <https://eeb.org/wp-content/uploads/2019/07/Decoupling-Debunked.pdf> (Consulté le 24 février 2023).
- Pitron, G. (2018). *La guerre des métaux rares. La face cachée de la transition énergétique et numérique*. Paris : Les Liens qui Libèrent.
- Pitron, G. (2021). *L'Enfer numérique. Voyage au bout d'un like*. Paris : Les Liens qui Libèrent.
- Petit, V. (2017). Transition écologique et numérique. Vers des territoires communs ?. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 797-818.
- Robinson, H. & Knight, D. (eds.). (1972). *Cybernetics, Artificial Intelligence, and Ecology: Proceedings of the Fourth Annual Symposium of the American Society of Cybernetics*. New-York: Spartan Books.
- Romm, J., Rosenfeld, A. & Herrmann, S. (1999). *The Internet Economy and Global Warming A Scenario of the Impact of E-commerce on Energy and the Environment*. The Center for Climate and Energy Solutions.
- Sauders, H. (1992). The Khazzoom-Brookes Postulate and Neoclassical Growth. *The Energy Journal*, 13 (2), 131-148.
- Sorell, S. (2009). Jevons' Paradox revisited: The evidence for backfire from improved energy efficiency. *Energy Policy*, 37(4), 1456-1469.
- Turner, F. (2006). *From Counterculture to Cyberculture: Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the Rise of Digital Utopianism*. Chicago: University Of Chicago Press.
- Wallich, H. C. (1982). The limits to growth' revisited. *Challenge*, 25(4), Taylor & Francis, Ltd.
- Wiener, N. (1961). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine* (2nd ed.). Cambridge : The MIT Press.