



Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

Dominique Carré, Dominique Desbois

► To cite this version:

Dominique Carré, Dominique Desbois. Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique. Terminal. Technologie de l'information, culture & société, 2025, 140, pp.1-35. 10.4000/13vht . hal-05062745

HAL Id: hal-05062745

<https://hal.inrae.fr/hal-05062745v1>

Submitted on 10 May 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

**Positionnement et éléments de cadrage préalable pour
aborder les transitions numérique et écologique.**

Dominique CARRÉ

Dominique DESBOIS

dominique.carre@sorbonne-paris-nord.fr

dominique.desbois@inrae.fr

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numériques et écologiques

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numériques et écologiques

Dominique Carré est professeur des universités en sciences de l'information et de la communication, LabSIC - Unité de recherche 1803 -, Université Sorbonne Paris Nord (USPN). Ses travaux portent sur les innovations numériques et dispositifs communicationnels industrialisés de façon intensive ou en voie d'industrialisation rapide et massive au sein d'organisations, de secteurs d'activités ou sur le plan sociétal tout en tenant compte des enjeux technique, socio-économique, socio-politique et environnementaux dans une perspective communicationnelle. Il est co-éditeur de la revue *tic&société* et co-dirige la série Informatique et société connectées chez ISTE éditions.

Dominique Desbois est le représentant français au comité TC9 (Information Communication Technology & Society) de l'International Federation for Information Processing (IFIP) ; docteur en économie de l'Université Paris-Saclay et ingénieur honoraire de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, il est membre du comité de rédaction de la revue *Terminal* et du Conseil d'administration de l'association *CREIS-Terminal*. Depuis 1996, il collabore à la revue *Cadres sur l'innovation*, explorant notamment l'impact du numérique sur le travail (cf. dossier [Pour qui sonne l'IA ? | Revue Cadres](#)).

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numériques et écologiques

Résumé : Le texte apporte un cadrage préalable pour aborder les transitions numériques et écologiques. Après avoir contextualisé la problématique devenue centrale du réchauffement climatique et fait ressortir la nécessité d'en appeler aux transitions, les auteurs s'emploient à identifier et mettre en perspective la genèse de cette notion et la nature des logiques à l'œuvre qui entrave la(s) transition(s). Le paradoxe est qu'en dépit d'un certain nombre de similitudes dans le processus et les appellations, tout oppose ces deux logiques

Dominique CARRÉ et Dominique DESBOIS

entre illusion d'optique et hold-up sémantique. La transition numérique est un oxymore car la numérisation généralisée de la société ne favorise pas l'impératif de sobriété. L'affichage ne permettrait-il pas une diversion pour détourner l'attention de ce qui se prépare dès à présent en matière de croissance du numérique ?

Mots-clés : transition, numérique, écologie, capitalisme, néolibéralisme, industrialisme, énergie, prospérité.

Positioning and preliminary framing for addressing digital and ecological transitions

Abstract : This text provides a preliminary framework for tackling digital and ecological transitions. After contextualising the now central issue of global warming and highlighting the need for transitions, the authors identify and put into perspective the emergence of this notion and the rationales that impede transition(s). Paradoxically, despite a number of similarities in the process and the names used, the logics underlying digital transition and ecological transition are at odds with each other, between an optical illusion and a semantic hold-up. The digital transition is an oxymoron because the widespread digitalization of society does not encourage restraint. Is using this vocabulary anything more than a tactic to divert attention from digital growth that is already in the pipeline?

Keywords : transition, digital, ecology, capitalism, neoliberalism, industrialism, energy, prosperity

Posicionamiento y marco preliminar para abordar las transiciones digital y ecológica

Resumen : El texto ofrece un marco preliminar para abordar las transiciones digital y ecológica. Tras contextualizar la cuestión, ahora central, del calentamiento global y destacar la necesidad de hacer un llamamiento a las transiciones, los autores se proponen identificar y poner en perspectiva la génesis de esta noción y la naturaleza de las lógicas en juego que obstaculizan la(s) transición(es). Lo paradójico es que, a pesar de algunas similitudes en el proceso y en las

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

denominaciones utilizadas, ambas lógicas están enfrentadas, entre una ilusión óptica y un bloqueo semántico. La transición digital es un oxímoron porque la digitalización generalizada de la sociedad no favorece el imperativo de sobriedad. ¿La exhibición no sería una táctica de distracción para desviar la atención de lo que ya está en marcha en términos de crecimiento digital?

Palabras clave : transición, digital, ecología, capitalismo, neoliberalismo, industrialismo, energía, prosperidad

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

Éléments de contextualisation

Nous sommes indéniablement à un moment charnière de l'histoire de notre écosystème et de notre civilisation humaine (Morin, 2004). En avril 2022, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) publiait le troisième volet de son sixième rapport (IPCC, 2022), consacré à l'atténuation des conséquences du réchauffement climatique. Selon ce rapport, il sera impossible de limiter le réchauffement planétaire à 1,5 degrés Celsius, sans une réduction immédiate des émissions de gaz carbonique (CO₂) pour tous les secteurs socio-économiques, de l'industrie à l'agriculture en passant par la construction et les transports. Dernièrement en 2023, la National Aeronautics and Space Administration (Nasa) indiquait que la température moyenne à la surface de la Terre a été la plus chaude enregistrée depuis 1880¹.

Une contrainte globale s'affiche désormais à l'agenda de la gouvernance publique des modes de production, de consommation et de vie adoptés par une partie des terriens, ceux au mode de vie occidentalisé, engendrant dérèglements climatiques et pertes de biodiversité². Cette contrainte globale

¹ <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-analysis-confirms-2023-as-warmest-year-on-record/>

² Hervé Kempf et Juan Mendez pour sensibiliser et mieux informer l'opinion publique viennent de sortir une bande dessinée (BD) : *Comment les riches ravagent la planète* (2024). Le média BD séduit puisque ces dernières années plusieurs publications ont vu le jour dont celle de Blain et Jancovici (2021).

impose une transition écologique (Hopkins, 2008) qui doit s'appliquer également aux technologies numériques d'information et de communication (transition numérique) afin de rechercher des usages, des modes de vie, de production et de consommation, plus respectueux de l'environnement. Le dernier rapport de la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement (**Cnuced**, 2025) en appelle à une action multilatérale pour faire face aux crises interconnectées de la dette, des inégalités et du changement climatique. Simultanément, il met en garde envers les risques importants de mauvaise gouvernance, de travail dangereux, de dégradation environnementale, suscités par l'augmentation de la demande pour des minéraux critiques tels que le lithium, le cobalt et les terres rares, risques aussi susceptibles d'exacerber les inégalités en particulier dans les pays en développement.

Les transitions nécessitent bien entendu de prendre en compte la question des inégalités et de justice sociale. L'organisation non gouvernementale (ONG) Oxfam alerte dans son dernier rapport en date du 28 octobre 2024 : les 50 milliardaires les plus riches du monde polluent plus que 1,3 milliard de personnes dans le monde. Le budget carbone mondial serait épuisé en seulement 2 jours si toute la population consommait comme les 50 terriens les plus riches. Parmi les personnalités les plus riches, Bernard Arnault émettrait « 1 200 fois plus de dioxyde de carbone qu'un Français moyen » en équivalent-CO₂ (eCO₂)³, tandis que « l'empreinte carbone d'Elon Musk équivaudrait à 834 années d'émissions d'une personne moyenne, ou à 5 437 années pour une personne faisant partie des 50 % les plus pauvres de la planète » (Oxfam, 2024, p. 9).

L'importance de lutter contre le dérèglement-réchauffement climatique, à l'exception des climatosceptiques, encore plus nombreux qu'on le pense, tous en ont bien conscience. Et si l'idée d'un réchauffement climatique semble de moins en moins contestée, *a contrario* celui-ci est de plus en plus attribué non à l'activité humaine, malgré le consensus scientifique **documenté** par les rapports du Giec, mais à des phénomènes naturels

³ L'unité de compte équivalent-CO₂ repose sur une convention (équivalence) pour prendre en compte tous les gaz à effet de serre (**Ges**) et pas uniquement le gaz carbonique (CO₂). Si le CO₂ est responsable des trois quarts des émissions de Ges, d'autres y contribuent aussi : méthane (CH₄) émanant des ruminants ; protoxyde d'azote N₂O, issu de la production d'engrais, par exemple ; hydrofluorocarbures (HFC) et perfluorocarbures (PFC), utilisés dans les systèmes de production de froid ; hexafluorure de soufre (SF₆), gaz servant d'isolant.

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

puisque la terre en aurait toujours rencontrés au fil du temps. En témoigne l'étude publiée récemment par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) en octobre 2024 : 30 % des Français considèrent que les désordres climatiques sont des phénomènes naturels. Ce qui représente une augmentation de 12 points par rapport à la statistique de 2020⁴. L'une des raisons avancées est qu'il y a environ 56 millions d'années, la Terre a connu un réchauffement climatique⁵ qui présenterait des similarités avec le réchauffement actuel et à venir. D'autre part, les Français sont de plus en plus exigeants envers les pouvoirs publics pour limiter les conséquences du changement climatique, ce qui n'est pas le moindre des paradoxes. Comment expliquer ce décalage ? Anaïs Rocci avance dans la même publication une hypothèse comportementale : il y aurait une telle « sidération » vis-à-vis de l'ampleur des désordres climatiques qu'on en oublierait la cause réelle.

Les pouvoirs publics et les organismes internationaux en appellent à agir devant cette urgence en réclamant et/ou en mettant en place la transition écologique. Si les politiques déployées sont le fruit des États, des initiatives, des expérimentations citoyennes localisées se sont également développées à l'exemple du mouvement des villes en transition, des collectifs de « transitionneurs », des associations pour le maintien d'une agriculture paysanne (Amap), des structures alternatives comme les coopératives pour produire et distribuer des énergies renouvelables – ENR – (Mouvements, 2013).

1. Positionnement

La critique environnementale des TNIC, et plus largement du numérique, a longtemps été absente, voire niée. Celle-ci n'a émergé que tardivement et commence seulement à prendre de l'ampleur. Sans doute les productions discursives et les narrations tenues sur la numérisation des supports et des réseaux en permettant la dématérialisation, la duplicabilité sans trace et la transférabilité des informations et des fichiers ont

⁴ <https://presse.ademe.fr/2024/11/cop-29-un-souhait-de-politiques-publiques-plus-ambitieuses-face-a-lampleur-du-changement-climatique-malgre-une-mobilisation-individuelle-qui-marque-le-pas.html>.

⁵ Maximum thermique du passage Paléocène-Eocène, cf. Zachos J.C., Dickens R.D. et Zeebe R. E., « An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics », *Nature*, vol. 451, n° 7176, 17 janvier 2008, p. 279–83 (DOI 10.1038/nature06588)

favorisé des représentations sociales et des imaginaires collectifs abordant trop souvent le numérique comme une technique de l'immatériel, du virtuel, entre circulation des atomes et substitution de déplacements polluants. Ce qui fait qu'ils ont grandement participé à l'adoption d'une représentation immatérielle de ces techniques. Pour beaucoup, étant impalpable, le numérique n'avait pas de réalité physique en dehors des terminaux, argument issu en droite ligne de la vulgate des promoteurs de la société post-industrielle. Le *Cloud Computing* n'a-t-il pas été traduit en français par « Informatique en nuages ». Immatériel en apparence, le secteur numérique représente pourtant une part non négligeable des émissions de Ges, source du réchauffement climatique, comme nous allons le voir ultérieurement.

L'opulence relationnelle et communicationnelle très productiviste déployée doit nous rappeler également que la matérialité de nos usages et que nos données, en quantité croissante, transitent par des réseaux de télécommunications terrestres, des câbles sous-marins, des constellations satellitaires, des *data centers* qui pour fonctionner consomment de l'énergie le plus souvent très carbonée (Carré, 2021). Selon l'Association for Computing Machinery, association d'informaticiens dont les avis font autorité dans ce secteur professionnel, la plupart des analyses estimaient en 2021 entre 1,8 % et 3,9 % la part des émissions mondiales de carbone imputables aux activités liées aux technologies de l'information et de la communication (TIC)⁶, un pourcentage comparable aux émissions du transport aérien⁷. Soulignons que l'empreinte du numérique risque fortement de s'accentuer dans les années à venir : nous y reviendrons avec le développement des objets connectés (OI), de l'intelligence artificielle (IA), des radiocommunications (5 G), entre autres.

Sans doute, la pensée d'Ivan Illich (1973) est à incriminer. Grand pourfendeur de l'idéologie de la technique, il a exclu de sa critique la téléphonie sous prétexte que cette technologie est « conviviale », « libératrice » et « non polluante » alors que toutes les autres sont perçues comme dangereuses et aliénantes. De même la distinction proposée par André Gorz (2008) entre les « technologies ouvertes » (technologies de communication, de coopération, d'échanges) et les « technologies verrouis » comme le nucléaire qui divisent les

⁶ <https://www.acm.org/binaries/content/assets/press-releases/2021/october/acm-techbrief-on-climate-change.pdf>

⁷ Qui le plus souvent sont sous estimées, comme très certainement l'est également le numérique.

personnes et nécessitent une gestion centralisée, n'est pas en reste. Sans oublier l'approche marxiste qui, en traitant de la domination, de l'aliénation, sans prendre en compte la dimension environnementale – pollutions diverses, production de Ges, perte de la biodiversité –, a renforcé cette inclinaison (Carré, 2013). Face à ce constat, Carré proposait déjà que les approches critiques puissent intégrer dorénavant la question environnementale. Notons toutefois que le philosophe Kōhei Saitō (2024) a découvert, travaillant avec d'autres collègues à la réédition des œuvres de Karl Marx, que parmi les écrits retrouvés, tardifs et inédits, certains montraient que celui-ci avait commencé à identifier et étudier les limites planétaires du capitalisme.

Si l'on parcourt certaines revues scientifiques francophones dans le domaine de l'informatique et des TIC en général, *Terminal* a été l'une des premières à jeter un regard critique en la matière. D'une part, dès 1990, un numéro de cette revue a esquissé une première approche portant sur les relations entre « Informatique-Écologie », puis d'une manière pionnière a interrogé plus tard le lien entre développement durable et les technologies de l'information (*Terminal*, 2011). Des articles publiés, il ressort que la promotion de ces technologies s'appuyait sur les perspectives de dématérialisation de l'économie de services et de la multiplication d'outils favorisant un développement dit durable, sans cependant que leurs éventuels effets pervers ne soient pleinement pris en compte, notamment l'effet-rebond⁸. En 2017, Les *Annales des Mines* publiaient un numéro intitulé « Transition numérique et transition écologique » envisageant les possibilités à la croisée de ces deux transitions : la transition écologique devait alors composer avec les perspectives ouvertes par une culture numérique construite sur la base tant des innovations techniques que des pratiques sociales qu'elles suscitent. La stratégie de détourner l'attention de l'empreinte environnementale des technologies numériques y est encore présente. Le secteur du numérique demeure structurellement fondé sur une dynamique d'innovation technologique (OCDE, 2024) sans que ne soit approfondie, à quelques exceptions près, l'analyse du cycle de vie (ACV) des produits.

Cette approche dominante perdure. On la retrouve notamment dans la thèse de Jeanne Oui (2021) qui porte sur la

⁸ L'effet rebond est observé lorsque l'amélioration de l'efficacité d'un système entraîne une augmentation paradoxale de la consommation des ressources qu'il mobilise (paradoxe de Jevons)

manière dont le numérique tend à écologiser le productivisme agricole. Récemment la revue *Réseaux* (2024) questionnait la manière dont il était possible d'« Écologiser par le numérique ? ». Signalons aussi que la revue *Reset* a lancé dernièrement un appel à contributions pour un numéro consacré aux « Matérialités environnementales du numérique » afin de questionner la manière dont le numérique peut être à l'origine de dommages environnementaux. De nouveau, le numérique est présenté comme une technique au service de la transition écologique, tout en montrant néanmoins les limites du solutionnisme numérique. Prenons le cas du télétravail pour illustrer nos propos. Expérimenté dans les années 1970-1980, le télétravail se présentait comme un moyen de désenclaver le monde rural, de répondre à la crise énergétique et de réduire les impacts négatifs des déplacements (heures perdues dans les embouteillages, pollution atmosphérique). Passant du travail au télétravail, les attendus envisagés par les pouvoirs publics n'étaient pas au rendez-vous (Valenduc et Vendramin, 1998). En 2024, les bénéfices écologiques du télétravail apparaissent toujours très en deçà des perspectives initialement tracées⁹.

Trop rares encore sont les travaux qui examinent l'impact environnemental des technologies numériques. Entre autres publications francophones, citons les analyses de Fabrice Flipo, sur le désastre écologique de la numérisation du monde (2021), ou l'enquête journalistique *La guerre des métaux rares*, menée par Guillaume Pitron (2019). Ce dernier dévoilait au grand public la part d'ombre des technologies censées équiper les transitions numérique et écologique, en particulier l'impact environnemental de l'extraction minière et du raffinage des métaux rares, comme le cobalt, le gallium, l'indium, le lithium, le palladium ou l'yttrium, utilisés pour leurs propriétés électromagnétiques dans les secteurs de la construction électronique ou certaines technologies photovoltaïques. Rappelons aussi les travaux du groupement de services (GDS) Ecoinfo¹⁰, rassemblant ingénieurs et chercheurs dans l'objectif d'agir pour réduire les impacts (négatifs) environnementaux et sociétaux des TIC (Ecoinfo, 2022). Parmi les thématiques abordées, figurent l'écoconception des services numériques¹¹,

⁹ Une étude commanditée par l'Ademe récemment estime que le télétravail permettrait d'éviter l'émission de 340 000 à 850 000 tonnes de CO₂ par an, loin des 3 millions de tonnes escomptés par les pouvoirs publics (*Alternatives économiques*, n°452, novembre 2024).

¹⁰ <https://ecoinfo.cnrs.fr/le-gds-ecoinfo/>

¹¹ « Bonnes pratiques en écoconception de service numérique », C. Bonamy, C. Boudinet, L. Bourgès, K. Dassas, L. Lefèvre, et al., *Collection numérique de l'AMUE*, 2023, 29, pp. 38-39.

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

l'évaluation du cycle de vie de l'IA¹², et l'impact environnemental de la technologie de communication 5G¹³. Quant au collectif d'experts GreenIT, il a publié en 2020 l'étude *iNum* sur les impacts environnementaux du numérique en France¹⁴. En France, conjointement à la loi n°2021-1485 visant la réduction de l'impact environnemental du numérique (REEN)¹⁵, l'Ademe et l'Arcep ont mis en place un Observatoire des impacts environnementaux du numérique¹⁶ en 2020. Son rapport annuel, intitulé « Pour un numérique soutenable », propose chaque année des mesures pour conjuguer développement des usages et réduction de l'empreinte environnementale du numérique.

Pourquoi s'intéresser conjointement à la transition écologique et à la transition numérique ? La raison réside dans cette tromperie, pour ne pas dire ce *hold-up* sémantique, qui s'est imposé au fil du temps. En effet, la transition écologique repose sur la conscience de la finitude de nos ressources alors que la transition numérique en appelle à d'incessantes innovations techniques pour dématérialiser davantage les échanges, et qui s'accompagnent de toujours plus de services numérisés, de productions débridées de données et d'une hyper-connectivité, base du modèle socio-économique reposant principalement sur une gratuité apparente (Carré et Vidal, 2018).

Alors que la transition numérique pousse à la croissance, au renouvellement incessant des matériels et des logiciels, la transition écologique en appelle *a contrario* à la sobriété, à la décroissance. C'est sous cet angle que nous cherchons ici à questionner, voire à remettre en cause la relation entre « transition numérique » et « transition écologique ». D'une manière sous-jacente, il y a aussi une intention délibérée de montrer que les sciences humaines et sociales (SHS) ne sont

¹² « Unraveling the Hidden Environmental Impacts of AI Solutions for Environment Life Cycle Assessment of AI Solutions », A.-L. Ligozat, J. Lefèvre, A. Bugeau, J. Combaz, *Sustainability*, 2022, 14, pp. 51-72. ([10.3390/su14095172](https://doi.org/10.3390/su14095172))

¹³ « Effets environnementaux de la 5G (partie 2) : Applications envisagées et acteurs impliqués », P. Ciblat, J ; Combaz, M. Coupechoux, K. Marquet, A.-C. Orgerie, *1024 : Bulletin de la Société Informatique de France*, 2024, 24, pp. 99-127.

¹⁴ <https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2020/06/2020-06-iNum-etude-impacts-numerique-France-rapport.pdf>

¹⁵ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000044327272>

¹⁶ <https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-thematiques-transverses/observatoire-impacts-environnementaux-numerique-arcep-ademe.html>

pas en reste et contribuent à l'analyse critique des modèles de transition. En témoigne la réflexion engagée par l'un d'entre-nous (Carré, 2023) sur la manière dont les sciences de l'information et de la communication peuvent contribuer à susciter des changements de trajectoire.

2. Genèse et dissémination

Que recouvre la notion de « transition » ? Étymologiquement « transition » vient du latin *transitio* (passage). Le dictionnaire Universalis¹⁷ nous renseigne sur ce qu'est la transition. Deux caractéristiques principales ressortent. 1- « Ce qui n'est pas l'état normal mais constitue, un état intermédiaire entre un état et un autre » ; 2- « transformation lente et progressive ». Cela renvoie initialement à la question de l'ordre et du désordre au niveau des matériaux et des cellules (chimie, physique, biologie). C'est une notion employée par les géographes « pour caractériser une évolution démographique ». On la retrouve implicitement dans le « programme de transition » rédigé par Trotski qui servit de base politique à la fondation de la IV^e internationale en 1938. Le texte, intitulé *L'Agonie du capitalisme et les tâches de la IV^e internationale. Programme de transition*, s'emploie à « mettre en place une succession de revendications et de moyens d'action qui viseront à éléver la conscience politique du prolétariat »¹⁸, s'opposant ainsi aux socialistes réformateurs et aux communistes staliens.

Les sciences humaines et sociales et les sciences économiques et de gestion font amplement référence à la notion de transition qui est devenue au fil du temps une injonction, un mot d'ordre, un cri de ralliement. Notons qu'elle a succédé, sans totalement l'évincer, à une autre expression celle de « développement durable », qui s'était aussi transformée progressivement en injonction. Cette dernière découle du rapport *The Limits of Growth* (1972) dit « Meadows », commandité par le Club de Rome. Traduit en français, le titre incorpore l'expression « développement durable ». Cette expression sera popularisée en 1987 par la Commission mondiale pour l'Environnement et le développement durable de l'ONU : « Le genre humain a parfaitement les moyens d'assumer un développement durable, de répondre aux besoins

¹⁷ <https://www.universalis.fr/dictionnaire/transition/>.

¹⁸ Ibid, article « Programme de Transition » de l'historien Paul Claudel dans *l'Encyclopaedia Universalis*.

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

du présent sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire leurs leurs » (ONU, 1987).

Ce rapport sera suivi en 1988 par la création du Groupe d'experts inter-gouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) en vue de fournir des évaluations de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies à mettre en œuvre. Puis, vint l'alerte formulée par le Président de la République française, Jacques Chirac, au Sommet de la Terre de Rio (1992) : « La planète brûle et nous regardons ailleurs ». À ce sommet, est créée la Conférence des Parties (Cop) lors de l'adoption de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC)¹⁹, organe qui se réunit annuellement depuis 1995. Cependant, il revient à l'universitaire anglais en permaculture, Rob Hopkins, d'avoir théorisé le concept de transition écologique dans son ouvrage *Handbook : From Oil Dependency to Local Resilience* (2008)²⁰.

À l'examen, que recouvre plus précisément la notion de transition ? Trop schématiquement sans doute, on peut estimer que la transition marque le passage d'un état à un autre pour parvenir à un objectif censé être immuable et fixé sur le long terme. Pour atteindre celui-ci, il est nécessaire de mettre en œuvre une mobilisation et un processus dans une temporalité qui comprend plusieurs phases ou étapes. Si l'on examine plus particulièrement la transition à l'aune du réchauffement climatique, il est nécessaire de faire référence à la hausse de la température globale de la planète depuis l'ère préindustrielle, soit depuis les années 1850. La concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère qui, durant 800 000 ans avant la révolution industrielle n'a jamais dépassé 300 parties par million (ppm), est passée à 419,3 ppm en 2023 (NOAA, 2024). L'habitabilité et à plus long terme la vie sur la planète étant menacée, il convient de développer la décarbonation de toutes les activités, obligeant ainsi les États à mettre en œuvre des politiques publiques tant au niveau national qu'international afin que les entreprises et les populations délaisSENT certains modes de production, de consommation et de vie assumés jusqu'ici.

¹⁹ À l'heure où nous écrivons cet article, la 29^e conférence internationale pour le climat se tient du 11 au 22 novembre 2024 à Bakou en Azerbaïdjan. La priorité recherchée est que les parties prenantes aboutissent à un financement pour aider ce qui est appelé le Sud global à affronter le réchauffement planétaire qui s'est intensifié.

²⁰ Traduit en français en 2010 sous le titre *Manuel de transition : de la dépendance du pétrole à la résilience locale*, Montréal, Écosociété.

Ce changement ne peut s'effectuer que dans une temporalité longue pour deux raisons. D'une part, si l'on initie la décarbonation pour favoriser la réduction des Ges, l'impact ne peut s'apprécier dans l'immédiat. D'autre part, il est nécessaire de la mettre en œuvre d'une manière progressive pour éviter toute rupture brutale eu égard aux conséquences économiques, sociales, culturelles, et politiques qu'elle implique. Atteindre l'objectif escompté dans une vingtaine ou une trentaine d'années, voire davantage, nécessite d'ordonner une chronologie d'étapes pour en rythmer le déploiement. Ce processus comme tout un chacun peut l'observer est loin d'être linéaire. À y regarder de plus près, la transition est loin d'être un long fleuve tranquille. Les contradictions et les affrontements se formalisent au fil du temps, mettant à jour les incertitudes qui peuvent engendrer des évolutions d'approche, cela obligeant parfois à reconsidérer l'objectif à atteindre, comme on peut le voir dernièrement, par exemple en Europe.

La notion de transition fait florès en ce premier quart du XXI^e siècle et se décline désormais de différentes manières et dans divers domaines : transition énergétique, transition économique, transition sociale, transition alimentaire, transition territoriale, transition industrielle, transition sectoriel²¹. À en croire Luc Boltanski (2013), nous serions face à un objet politique non identifié (OPNI). Chez certains, apparaît la solastalgie²², sentiment de désolation causé par la dévastation de son habitat et de son territoire. Il s'agit « du mal du pays que vous éprouvez alors que vous êtes toujours chez vous » (Albrecht, 2020, p. 330), ce qui le différencie de la nostalgie qui renvoie à un sentiment quand on a quitté un lieu.

Dans cette foulée, les sociétés savantes ne sont pas en reste. À titre d'exemples : le Bulletin de l'association des géographes français s'est interrogé sur le cadre épistémologique et les approches géographiques à retenir pour étudier la transition (2020) tandis qu'en 2025 l'Association française des sciences de l'information et de la communication (Sfsic) fait de la transition la thématique de son XXIV^e congrès.

²¹ Le secteur de la santé produirait 8 % des émissions des Ges en France, d'après les estimations de Shift Project. Les soins prodigues (médicaments, dispositifs médicaux, laboratoire d'analyse, imageries) représenteraient 58% des émissions. En comparaison, l'énergie et les déchets n'en représenteraient que respectivement 7 % et moins de 1 % : [bilan carbone de l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris](#) (AP-HP).

²² Notion forgée en 2003 par le philosophe Glenn Albrecht.

3. Réchauffement climatique et production énergétique

Même si nous sommes conscients que le développement du numérique engendre de nombreux impacts environnementaux, comme l'extraction des métaux rares et des matière premières, l'atteinte à la santé des populations par la pollution de l'eau et de l'air ainsi que la perte de la biodiversité (Pitron, 2019 ; Lebrun, 2024), nous souhaitons restreindre notre analyse à la question centrale qui est celle du réchauffement climatique²³, pierre angulaire des transitions écologique et numérique, dont la dimension énergétique **est** le marqueur. Si certains à nouveau, comme le World Economic Forum (2020), déclarent que le numérique contribuerait à réduire les émissions mondiales de carbone de 15 % tout en devenant un moyen pour favoriser la transition écologique en diminuant les émissions de CO₂, nous soutenons globalement qu'il n'en est rien. L'une des principales raisons réside dans le fait que l'essor de la mondialisation du numérique et des services dans les régions les plus retranchées du monde s'accompagne de la démultiplication des équipements et des usages qui y sont associés, le tout engendrant un accroissement des flux internationaux de données. Un autre élément est à prendre en compte : selon le Global Carbon Project (2023), les émissions mondiales devraient battre un nouveau record en 2024 atteignant 37,4 milliards de tonnes de CO₂ (GtCO₂) provenant essentiellement du gaz (+ 2,4 %), du pétrole (+ 0,9%) et du charbon (+ 0,2 %). Même dans les pays où les énergies renouvelables (ENR) sont en développement, elles ne suffisent pas à répondre à la hausse de la demande énergétique. Seule

²³ Rappelons que l'on attribue la découverte et le rôle joué par les Ges au physicien John Tyndal (1859) qui démontre de quelle manière les Ges en bloquant les radiations infrarouges engendrent des changements dans la composition atmosphérique et au prix Nobel Steven Arrhenius qui quelques années plus tard contribue à la découverte de l'effet de serre. Il serait nécessaire de réhabiliter, si l'on en croit Manuel Peinado Lorca, professeur des sciences de la vie, directeur du Jardin botanique royal de l'Université d'Alcalá, le premier scientifique en 1856 à avoir théorisé le changement climatique s'avère être une femme, du nom d'Eunice Newton Foote (*The Conversation*, 21 décembre 2022) <https://theconversation.com/eunice-foote-la-premiere-scientifique-et-suffragette-a-avoir-theorise-le-changement-climatique-195831>

Dominique CARRÉ et Dominique DESBOIS

lueur d'espoir, les émissions de CO₂ des pays riches diminuent lentement (-3,8% pour l'Union européenne et - 0,6 % pour les États-Unis). Serait-ce une évolution conjoncturelle ou une tendance structurelle ?

En matière de numérique, même si des améliorations sont régulièrement apportées en termes d'efficacité énergétique aux matériels et aux équipements (réseaux, *data centers*), la diffusion du numérique au niveau mondial, sa large utilisation, la démultiplication des usages associés et les formats utilisés (par exemple la vidéo en *streaming*) engendrent une surconsommation énergétique et accroissent l'empreinte climatique du numérique. C'est pourquoi, la République française a adopté le 15 novembre 2021 la loi dite REEN « visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France » (Journal officiel de la République Française, 2021).

Le déploiement d'innovations numériques en voie d'industrialisation massive ne rassure pas. Prenons quelques exemples pour l'illustrer. Les impacts environnementaux des objets connectés sont encore difficiles à apprécier, mais d'ores déjà avérés : les objets connectés contribueront à l'augmentation de l'empreinte carbone du numérique. Pour la seule consommation énergétique, cela pourrait représenter plus de 220 Térawatt-heures (TWh) de consommation supplémentaire à l'horizon 2025 au niveau mondial (France stratégie, 2022, p. 13). Ainsi, la massification des infrastructures et des usages « vont constituer une composante importante de l'impact environnemental du numérique » (p. 17). En résonance au déploiement des objets connectés, la cinquième génération des réseaux sans fil (5 G) va également accroître la consommation énergétique d'une manière significative. Qu'en est-il avec l'arrivée de l'IA ? Les spécialistes du numérique (Luccioni, Viguier et Ligozat, 2022), s'accordent à dire qu'une requête effectuée sur IA consommerait de 10 à 30 fois plus d'énergie électrique qu'une requête émise sur un moteur de recherche qui, elle-même, consomme beaucoup plus que si l'on recherchait une information à partir d'un lien²⁴. Google indique dans son rapport environnemental 2024 que les besoins en

²⁴ https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/intelligence-artificielle/ia-generative-sa-surconsommation-energetique-par-rapport-a-une-simple-requete-internet-a-ete-chiffree-et-elle-est-considerable_180779

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

puissance informatique de l'IA en matière de puissance énergétique compromettent ses efforts de réduction de ses émissions carbonées²⁵. On peut imaginer que cette situation affecte sans doute d'autres industriels de la communication. L'impact dépendra bien entendu aujourd'hui et dans les années à venir de la nature de l'énergie consommée : fossile et carbonée ou pas ?

En outre, la manière dont est produite l'électricité mérite d'être questionnée au plan environnemental. À titre d'exemples, les pays comme le Canada et les États-Unis sont-ils prêts à renoncer à l'exploitation sur leurs sols du pétrole et du gaz de schiste ? Les pays du Golfe à se passer de leur rente pétrolière ? La Russie de son gaz ? La Chine, le Vietnam, l'Inde ou la Pologne de leur charbon ? En comparaison, la France ne disposant pas de telles ressources s'est tournée vers le nucléaire pour produire une électricité peu carbonée : 72% de la production primaire²⁶.

Qu'en est-il aussi des *data centers* d'un point de vue énergétique ? Alors que la consommation de données « explose » dans le monde avec l'envolée du nombre de vidéos et de contenus à entreposer, les besoins en centres d'hébergement de serveurs informatiques ne cesse d'augmenter. Certains *data centers* avoisinent les 200 Mégawatts, ce qui équivaut environ à 20 % de la production d'un réacteur nucléaire. Une enquête du *Guardian* (O'Brien, 2024) fait ressortir que les serveurs de Google, Apple, Meta, Microsoft rejettent 662 % de CO₂ en plus de ce que ces industriels de la mise en relation et de la communication déclarent, alors que tous sont engagés vers la neutralité carbone et le font hautement savoir. L'objectif est de bénéficier

²⁵ « Overall, our total GHG emissions increased by 13%, highlighting the challenge of reducing emissions while compute intensity increases and we grow our technical infrastructure investment to support this AI transition », p. 12, 2024 *Environmental Report*, Google.

²⁶ En France, si le nucléaire représente 72% de la production primaire française, la consommation est composée de 39 % de nucléaire, 30 % de pétrole, 13 % de gaz naturel, 16 % d'énergies renouvelables et déchets et 2 % de charbon. Bilan énergétique de la France, Data Lab, Chiffres-clés de l'énergie, 2024 (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie-2024/6-bilan-energetique-de-la-france>).

de « certificats d'énergie renouvelable » (*RECs - Renewable Energy Certificates*), options financières permettant d'acheter des volumes d'électricité propre à des fournisseurs d'énergies renouvelables. Ces « certificats d'énergie renouvelable » devraient en théorie « compenser » les émissions réelles de CO₂ générées par les centres de données de ces entreprises. En réalité, il s'agit d'une substitution comptable puisque l'énergie renouvelable n'est pas consommée directement par les installations de ces industriels de la communication. Or, les coûts d'émissions **de Ges**, selon leurs prix sur le marché des « droits à polluer », sont bien inférieurs à ceux calculés sur la base d'indicateurs localisés en proximité des centres de données. Grâce à cet artifice comptable, il est possible de déclarer des émissions de CO₂ 7,6 fois inférieures à ce que leurs serveurs génèrent en réalité.

Évaluer l'impact environnemental du numérique n'est pas simple pour des raisons méthodologiques, mais aussi à cause d'un manque notable d'informations, de certains biais ou encore des limites de certaines études. Par exemple, comme l'indiquent les analystes des études commanditées par Ademe-Arcep (2022)²⁷ : « Concernant les réseaux et les centres de données, cette étude ne prend pas en compte les équipements basés à l'étranger et utilisés pour les services numériques utilisés en France » (p. 26). Alors que la phase de leur fabrication est la plus impactante. Entre 2019-2020, l'impact du numérique sur le changement climatique a été évalué à 16,9 millions de tonnes d'eCO₂, soit 2,5 % de l'empreinte carbone de la France²⁸. Concernant l'utilisation, les impacts proviennent de leur consommation électrique, soit 48,7 TWh, c'est-à-dire un peu plus de 10 % de la consommation électrique française totale (474,4 TWh). La **discordance** entre consommation électrique et empreinte carbone s'explique, entre autres, par le fait qu'en France l'énergie produite provient très majoritairement du nucléaire, énergie fossile très faiblement carbonée (6 grammes d'eCO₂ émis par kilowatt-heure produit).

²⁷ Cf. Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective, rapport 2/3 – synthèse, janvier 2022.

²⁸ Ce qui correspond aux émissions de CO₂ émises d'un parc de 12 344 994 véhicules particuliers. Peux-tu vérifier ça me paraît beaucoup ??? je ne retrouve pas ce calcul je propose de supprimer cette note dont l'estimation me semble sujette à caution

Les perspectives montrent que les *datas centers* pourraient représenter à eux seuls 6 % de la consommation électrique en 2050 en France (Ademe, 2024)²⁹. Mais là, intervient un biais de l'étude, à savoir « [qu'une] partie importante des usages en France sont hébergés à l'étranger, ce qui représente des impacts non négligeables et non comptabilisés dans ce pays (environ 55 %) » (p.3). Si l'on tenait compte de ces usages, l'empreinte carbone liée aux centres de données passerait de 16 % à 42 %³⁰. Ainsi, « si rien n'est fait pour réduire l'empreinte environnementale du numérique, l'empreinte carbone pourrait tripler entre 2020-2050 » (Ademe-Arcep, 2022, p. 5)³¹.

4. Trois logiques transversales structurantes

La transition écologique implique la mise en oeuvre progressive d'un nouveau mode de vie plus sobre, la décroissance de certaines activités, en rupture avec la société de l'hyperconsommation au motif que notre mode de production, de consommation et de vie n'est plus viable. Pour limiter le réchauffement climatique, les Nations Unies ont publié une évaluation des engagements des pays : la tendance des émissions mondiales est estimée à la baisse de 2,6 % en 2030 (par rapport au taux mesuré en 2019) ; alors qu'il était prévu une baisse de 43 % lors de l'Accord de Paris (2015) afin de limiter la hausse des températures à 1,5°C. Pour apprécier cette différence dommageable, il est indispensable de rendre compte de logiques transversales sous-jacentes qui empêchent ou retardent les actions envisagées pour atténuer la crise écologique de l'anthropocène. En effet, certaines logiques en s'articulant, voire s'hybridant, structurent les orientations sociétales qui ne sont pas sans conséquences sur les politiques publiques déployées et sur la difficulté à délaisser les énergies carbonées. Ces logiques sont la résultante de facteurs reliés au système capitaliste, mais pas uniquement, donnant lieu à trois orientations sociétales majeures : un capitalisme qui se

²⁹ Les *data centers* ou centre de données. Au centre de la transition numérique, Avis d'expert (p. 1).

³⁰ Résultat de l'étude « Impacts importés des *datacenters* : l'angle mort des analyses territoriales des impacts du numérique », E. Fourboul, *Hubblo*, 18/09/2023, <https://hubblo.org/fr/blog/datacenters-imported-impacts>

³¹ Cf. Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective à 2030 et 2050, rapport 3/3 – synthèse, janvier 2022.

radicalise, le déploiement du néolibéralisme et le renforcement de l'industrialisme.

4.1. Un capitalisme qui se radicalise

Le capitalisme est un système qui ne cesse d'exploiter les hommes et la nature pour multiplier les profits, accumulant du capital afin de poursuivre une croissance sans limite. Le paradigme qui prévaut est que la croissance économique engendre la prospérité. Cependant le capitalisme a évolué : il se financiarise, se globalise, s'institutionnalise davantage en faisant appel à une panoplie d'outils numériques qui a engendré, pour les uns, un capitalisme cybernétique (Ouellet, 2016), pour les autres, un capitalisme de plateforme (Srnicek, 2018), de surveillance (Zuboff, 2019) ou encore un « capitalisme fossile » selon les écologistes (Malm, 2016). En se radicalisant par la technique, il s'est transformé tout en renforçant son caractère prédateur : exploitation des hommes, pollution des écosystèmes, mais aussi en pillant les ressources minières (saccage de la nature, pollution de l'eau) pour favoriser la croissance, de même que la rentabilité et la maximisation des profits, à n'importe quel prix. Dans un contexte de décarbonation urgente des activités, le cas de ExxonMobil est éclairant. Malgré des politiques publiques, certes disparates selon les pays du globe, cette multinationale intensifie massivement ses investissements dans les hydrocarbures, tout particulièrement dans le gaz et le pétrole de schiste dont l'exploitation dévaste des régions entières, pour produire des énergies carbonées. La raison en est que malgré une forte empreinte environnementale, leur rentabilité est plus importante que celle des énergies renouvelables (ENR).

Marx aurait porté une critique sévère du capitalisme, sans toutefois prendre en compte la dimension environnementale. Accédant à des manuscrits inédits, le philosophe Kōhei Saitō montre qu'il n'en est rien. Selon lui, Marx avait prédit les crises environnementales et compris que la recherche illimitée du profit était écologiquement destructrice. Ainsi, Saitō (2024, pp. 36-44) va se référer à Marx pour identifier trois déplacements majeurs qui impactent l'environnement :

- les déplacements technologiques (perturbation des écosystèmes), consistant à surmonter les crises environnementales à l'aide de la technologie. Le cas de l'épuisement des sols par l'agriculture en est une illustration ;

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

- les déplacements spatiaux (externalisation et impérialisme écologique), consistant à piller une ressource locale vitale au détriment d'une population, autochtone le plus souvent, appartenant au Sud global qui porte le « fardeau environnemental » ;
- les déplacements temporels (déforestation excessive) consistant à reporter les impacts dans l'avenir sur les générations futures.

Que dire alors du capitalisme « vert » ? Il s'engouffre dans des productions qui semblent *a priori* pertinentes pour favoriser la transition, soit en matière numérique en réduisant la consommation électrique nécessaire aux serveurs informatiques, soit pour produire de l'énergie en développant des parcs éoliens. À l'examen, la situation est plus complexe qu'il n'y paraît. Prenons un exemple : la ville dite la plus « verte » des États-Unis d'Amérique se trouve au Texas, pays de l'or noir³². Roscoe, bourgade de 1 200 habitants, possède l'un des parcs de fermes éoliennes parmi les plus grands au monde et produit une énergie renouvelable. Cette orientation est-elle la traduction d'une politique publique ? Négatif, ce sont l'appât du gain et la rentabilité de l'investissement qui ont motivé l'établissement de ce parc. Les habitants sont-ils devenus écologistes ? Toujours pas. Pour preuve, 4 000 turbines en fin de vie sont stockées dans une décharge à ciel ouvert en sortie de ville et personne ne s'en préoccupe. Ont-ils changé leur mode de vie ? Affirmatif car s'étant enrichis, ils consomment davantage.

4.2. L'injonction néolibérale

Le néolibéralisme en orientant le capitalisme va venir renforcer l'aspect prédateur en dépassant les seuils de résilience de la terre, tout en atteignant les limites planétaires (Rockström, Klum, 2015). Pour rappel, le néolibéralisme désigne les politiques orientées vers la rétractation de l'État de la sphère économique, par la déréglementation et la privatisation, le tout s'accompagnant de la marchandisation de toute activité, la baisse du coût du travail et la réduction des barrières commerciales pour favoriser la concurrence. Mais le projet néolibéral ne s'arrête pas là : il va plus loin en généralisant la « forme entreprise » à tous les aspects de

³² Cf. Texas pays de l'or noir passe au « vert », Émission de télévision Envoyé spécial de France 2 diffusé le 5 novembre 2004.

l'existence et pas seulement aux activités économiques. L'entreprise ne doit plus être perçue comme une institution, mais avant tout comme un « modèle social » qui soumet la société à une dynamique concurrentielle (Foucault, 2004 ; Laval, 2018). L'individu devient l'entrepreneur de sa vie pour ne pas dire « auto-entrepreneur » de lui-même. L'entrepreneurialité devient ainsi une force économique, mais surtout une force morale et politique.

Les pratiques relationnelles et communicationnelles émanant de l'usage des technologies numériques d'information et de communication s'inscrivent résolument dans cette orientation. Quant aux sollicitations numériques incessantes et ininterrompues pour démultiplier les mises en relation, elles obéissent à cette norme concurrentielle obligeant tout individu à se démarquer, à se singulariser, tout en lui permettant de saisir de nouvelles opportunités *via* internet et les réseaux sociaux numériques (RSN). Ne pas rester anonyme, se rendre visible, se distinguer, sont les principales caractéristiques de la norme sociale néolibérale qui prône la concurrence, la compétition comme idéologie (Carré, 2019). Foucault (1994) ne disait-il pas que le néolibéralisme passe avant tout par le gouvernement des conduites ?

4.3. L'industrialisme

Par industrialisme, il faut entendre tout à la fois une société marquée par la maîtrise de la nature par l'homme au moyen de la science et de la technique et un processus de production qui se différencie de la production artisanale en combinant plusieurs facteurs : division du travail, rationalisation des tâches, spécialisation des fonctions, standardisation des produits et des services, substitution du travail par le capital, reproductibilité et automatisation des procédures. C'est ainsi que la prépondérance de l'industrie occupe désormais des domaines qui pendant de très nombreuses années ont été épargnés. L'instauration d'un système de communication pivot articulant plateformes numériques et RSN aura permis d'étendre l'industrialisation du traitement de l'information et de la communication à un domaine qui avait jusqu'à présent échappé à ce processus massif, la mise en relation.

Cette tendance est également visible dans le secteur agricole où le numérique est présenté comme une nouvelle panacée. Bien que l'extension d'une exploitation bovine laitière comprenant déjà plus de 800 vaches (appelée également « ferme usine ») ait tourné court face à l'opposition de militants

de la Confédération paysanne³³, la robotique est considérée avec le numérique comme un pilier de la future troisième révolution de la production par le ministère français en charge de l'agriculture et « l'une des clés pour la transition vers l'agroécologie »³⁴. Le « Grand Défi Robotique Agricole » devrait permettre de consolider la filière robotique et d'accélérer la transition agroécologique, en apportant aux agriculteurs des solutions industrielles pour le pilotage de leurs exploitations³⁵.

La production de masse est sans cesse recherchée afin de réduire les coûts, satisfaire la soi-disant « demande » et imposer une domination planétaire d'une entreprise, d'une marque en position quasi-monopolistique. Les Gafam en sont une parfaite illustration au niveau des services internet proposés (Smyrnaios, 2016). Foxconn, sous-traitant d'Apple, en est une autre en matière de production de masse. Cette firme taïwanaise implantée en Chine produit 350 téléphones à la minute dans son usine de Zhengzhou (01net, 2022). Sans devoir multiplier les exemples, le fait marquant en cette fin du XX^e et début du XXI^e siècle est que « la science et la technologie sont devenues elles-mêmes, intrinsèquement et extrinsèquement, puissance » (Petrella, 1991, p. 7).

Ainsi nos modes de production, de consommation, de vie, enchâssés entre les synergies du capitalisme, du néolibéralisme et de l'industrialisme en se croisant, en s'hybridant, se renforcent et s'avèrent la plupart du temps incapables de prendre en compte la finitude de notre planète (Steffen *et al*, 2015). Quant aux États, même s'ils sont le plus souvent volontaires en définissant des objectifs ambitieux, en concevant des plans pour mettre en œuvre la transition écologique, ils rencontrent de nombreuses difficultés lorsque vient le temps de les opérationnaliser (manque de moyens financiers, résistances de certaines catégories socioprofessionnelles, entreprises, organisations syndicales, ou collectifs aux motivations les plus diverses). Il est à noter que l'Union européenne (UE) cherche à modifier la logique d'industrialisation en tentant de mettre d'éventuelles synergies positives au service du développement durable. Adoptée en janvier 2023 et entrée en vigueur en 2024, la directive européenne *Corporate Sustainability Reporting Directive*

³³ Dans la Somme, la ferme « des 1000 vaches » a tourné au fiasco, I. Boidanghein, *Le Parisien*, 30/12/2020

³⁴ <https://agriculture.gouv.fr/la-robotique-agricole>

³⁵ <https://www.academie-agriculture.fr/actualites/agriculture-alimentation-environnement/lancement-du-grand-defi-robotique-agricole>

(CSRD)³⁶ introduit à cet effet des critères extra-financiers dans l'analyse financière, incitant les entreprises à orienter leurs investissements pour soutenir la transition écologique.

5. Similitudes, différences, oppositions ?

S'il est indéniable que la transition numérique peut emprunter des éléments à la transition écologique, elle présente toutefois de nombreuses spécificités. Sans se lancer dans une comparaison exhaustive, il semble important de faire ressortir quelques distinctions propres à la transition numérique qui vont à l'encontre de la transition écologique et réciproquement.

La première distinction est que nous sommes face une illusion d'optique. La société voit en un même objet, la transition, qui recourt à un narratif et à un processus, s'appliquant conjointement à l'écologie et au numérique. L'idée qui prévaut est qu'il serait nécessaire d'enclencher une mécanique qui favoriserait le passage d'un état à un autre. Le tout s'accompagne d'une inflation de productions discursives variées (discours, colloques, tables rondes, rapports officiels et études de la part des ONG ou de *think tanks*) dont l'argumentation reprend le plus souvent la trilogie suivante : défis, enjeux et paris, comme Jacques Ellul (1988) des décennies auparavant l'avait bien identifié dans son ouvrage, *Le Bluff technologique*. Or, à y regarder de plus près, la manière dont se développe le numérique se différencie de celle déployée par l'écologie. Ce qui différencie la transition numérique de la transition écologique : la première dépend aujourd'hui avant tout des industriels, des marchés, de la globalisation de l'économie, tandis que la seconde dépend principalement des politiques publiques et des circuits courts.

La seconde distinction renvoie à une temporalité différente. Dans la seconde partie du XX^e siècle, l'interaction entre la construction de l'offre, la diffusion et la formation des usages sociaux des TNIC était rythmée par des étapes périodisant le processus d'implantation et de généralisation d'une technique sur un temps long (au moins une dizaine d'années) où l'État tenait un rôle central (Lacroix, Tremblay, Pronovost, 1993). Au XXI^e siècle, ce n'est plus le cas : l'État néo-libérale se fait discret même s'il accompagne et tente de réguler le

³⁶ https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en#legislation

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

déploiement du numérique, il laisse faire avant tout les marchés, mettant en avant une conception consumériste de la liberté (Rosenfeld, 2025). Les innovations sont devenues incessantes, le renouvellement des marchés, un impératif. Un nouveau produit ou service peut dans une temporalité très courte se diffuser à un rythme effréné auprès de centaines de millions d'individus, parfois des milliards. Les industriels quant à eux ne visent plus un marché national, mais mondialisé et globalisé. La caractéristique contemporaine est que l'innovation numérique alimente sans cesse un couplage produit-service, qui engendre une concurrence aiguë et un productivisme intense pour renouveler au plus vite les marchés (Carré, 2014)³⁷. Ce processus, engendre une obsolescence technique et/ou sociale programmée, et la domination d'industriels de la communication, tels les Gafam. À l'examen, une interrogation se fait jour : peut-on retenir la notion de transition numérique pour caractériser un processus qui se déploie dans un laps de temps aussi court ? La réponse est négative, nous sommes face à un processus qui oscille entre « mutation » et « transformation ». Rowe et Markus (2023) évoquent un changement intense, permanent, le plus souvent rapide cumulant des innovations mineures ou plus conséquentes, le tout dans une temporalité resserrée qui contraste avec la transition écologique³⁸. La logique qui prévaut s'inscrit dans une logique d'adaptation incessante alors que la transition écologique s'inscrit dans une temporalité longue. Les résultats ne seront guère visibles avant plusieurs dizaines ou centaines d'années, alors que pour la mise en œuvre du numérique ce n'est pas le cas, car sa dynamique d'investissements est intrinsèquement tirée par les innovations technologiques dans un secteur concurrentiel en forte expansion.

La troisième distinction est que, pour résoudre le dilemme de la croissance, les promoteurs du numérique en appellent au « découplage » comme solution à la crise climatique dématérialisant l'activité économique : d'une part, découplage absolu entre PIB et usage des ressources ; d'autre part, découplage entre PIB et impacts environnementaux et sanitaires (Semeniuk, 2024). C'est-à-dire la poursuite d'une croissance économique dématérialisant toujours plus et le plus rapidement les derniers recoins des activités économiques et

³⁷ Comme le rappelle Krysztof Pomian, « ... jusqu'à la révolution industrielle des XVIII^e – XIX^e siècle, l'environnement de changeait presque pas à l'échelle du temps des hommes... » pp. 903-957, dans « La terre – les hommes – le monde - », Pierre Nora -dir- (1997). Les lieux de mémoire, Paris, Gallimard.

³⁸ F. Rowe, communication personnelle (06/02/2025).

sociales qui ne l'étaient pas encore. Selon ces promoteurs, plus l'économie et les modes de vie seront dématérialisés, plus cela favorisera leurs activités, mais aussi l'environnement. Ce qui semble quelque peu paradoxalement. C'est un moyen d'assurer la croissance de leurs marchés en se donnant bonne conscience, mais sans prendre véritablement en compte la finitude du monde.

Découlant de la précédente, la quatrième distinction est que la diffusion du numérique s'inscrit dans une logique du « toujours plus ». Plus d'équipements, plus de bande passante, plus de connexions, plus d'usagers, plus de consommation électrique (voracité énergétique du numérique), plus de métaux rares qui s'accompagne d'un extractivisme débridé, plus de données traitées, plus de *data centers*. Comment expliquer ce « toujours plus » ? Côté de l'offre, nous venons de le voir ; côté demande comment l'évaluer ? Les technologies et les plateformes numériques permettent de réduire significativement les coûts de transaction, contribuant pour les entreprises à l'optimisation de leurs marges et la conquête de nouveaux segments de marchés. Grâce au commerce électronique et aux plateformes numériques, les fournisseurs peuvent abaisser leurs frais de distribution, et ce, singulièrement pour les produits numérisés. Jusqu'où sera-t-il tenable de maintenir cette orientation sans que les coûts cachés environnementaux et sociaux ne viennent mettre à mal ce modèle d'optimisation des marges basé sur l'expansion du commerce mondial, d'autant que sa pérennité n'est pas garantie au regard des poussées protectionnistes actuelles ?

A contrario de ce qui vient d'être énoncé, la transition écologique s'inscrit, quant à elle à l'opposé, dans une approche qui priviliege le « moins » en faisant appel aux communs, à la sobriété, au recyclage, à l'autolimitation de certaines pratiques ou usages, à la décroissance, à la durabilité et au partage. De ce point de vue, la transition écologique apparaît privilégier une économie circulaire favorisant la réduction des impacts environnementaux. En France, le Conseil national de la consommation a piloté une étude sur l'économie circulaire débouchant sur des recommandations (2024). Son modèle économique repose sur l'usage de biens ou de services, et non sur l'achat d'intrants. L'entreprise peut créer ainsi de la valeur et rendre les services attendus, sans être asservie à une logique de volume, mais plutôt pilotée par une dynamique qualitative, réduisant ainsi sa consommation de ressources naturelles et d'énergie. Cette orientation permet d'envisager un cofinancement par des bénéficiaires indirects du service partagé.

Perspectives : Angles morts du numérique vs face cachée de l'empreinte écologique

L'analyse qui précède s'est attachée à mettre en visibilité un glissement sémantique en différenciant la transition numérique de la transition écologique. Il en ressort une usurpation du terme transition. La transition numérique est par conséquent un oxymore, figure rhétorique consistant à juxtaposer deux termes contradictoires. Comme nous l'avons vu, le développement contemporain du numérique ne s'inscrit guère, malgré les efforts réels de quelques-uns, dans un impératif de sobriété et de vision à long terme³⁹.

Tout compte fait l'adoption de la notion de transition par les industriels du numérique ne serait-elle pas une diversion pour détourner l'attention de la population et des pouvoirs publics afin de préparer dès à présent le déploiement massif de l'IA générative, des blockchains et des objets connectés ? Aux États-Unis d'Amérique, une étude de l'Association for Computing Machinery (Vente *et al.*, 2024) a estimé l'impact environnemental de la recherche sur les systèmes de recommandation numérique en ligne⁴⁰. La méta-analyse porte sur 79 articles scientifiques issus des conférences ACM RecSys de 2013 et 2023, dont l'objectif consistait à comparer les algorithmes traditionnels de l'IA aux algorithmes modernes d'apprentissage profond. En examinant des processus expérimentaux représentatifs de ces deux années et en mesurant la consommation d'énergie en équivalents CO₂ (eCO₂), les résultats sont édifiants : les algorithmes d'apprentissage profond émettent environ 42 fois plus d'eCO₂ que les articles utilisant des méthodes traditionnelles. En moyenne, l'apprentissage profond génère 3 297 kilogrammes d'eCO₂, soit plus que les émissions de carbone d'un trajet de

³⁹ Certaines applications numériques de mise en relation de consommateurs permettent de partager des usages (covoiturage, partage d'équipements, ...) ou d'offrir une seconde vie aux produits, et peuvent avoir moins d'impacts environnementaux directs au regard des bénéfices environnementaux qu'elles génèrent. Cependant, ce processus ne garantit pas que les bénéfices environnementaux soient supérieurs aux impacts générés par les services numérisés.

⁴⁰ "From Clicks to Carbon: The Environmental Toll of Recommender Systems", Vente T., Wegmuth L., Said A., Beil H., *RecSys '24: Proceedings of the 18th ACM Conference on Recommender Systems*, 8 octobre 2024, pp. 580-590.

<https://doi.org/10.1145/3640457.3688074>

Dominique CARRÉ et Dominique DESBOIS

New York à Melbourne ou que la quantité de CO₂ séquestrée par un arbre en 300 ans. Que dire du développement et de l'importance des *blockchains*, des cryptomonnaies et, au-delà, des innovations financières engendrées ? L'un des exemples les plus illustratifs est celui des crypto-actifs numériques développées à partir de l'innovation des chaînes de bloc (Desbois, 2023). La démultiplication des plateformes de la crypto-sphère pose des problèmes techniques, mais surtout d'augmentation effrénée de la consommation électrique résultant du travail de « minage » (intégration de nouvelles données dans le registre général) nécessaire à la certification des transactions.

Dans ce contexte inflationniste, quels sont les facteurs susceptibles de nous orienter vers un système économique soutenable et une société plus respectueuse de l'environnement ? Les thèses d'un développement durable considèrent que ce sont avant tout les institutions qui sont en mesure de modifier la trajectoire actuelle, les consommateurs ou usagers n'ayant qu'un rôle relativement passif. En revanche, les théories de la décroissance s'appuient en règle générale sur les individus ou des collectifs citoyens pour imposer les changements nécessaires visant à la sobriété des comportements. Cette dernière orientation s'inscrit dans une approche centrée sur les consommateurs et les usagers considérant que l'agrégation des comportements frugaux serait le principal moteur du changement socio-économique (Illich, 1973). Ce paradigme de frugalité basé sur les comportements individuels apparaît comme une réponse adaptée à l'effet rebond des TIC. Pourtant, selon Alcott (2008), cette stratégie de frugalité pourrait favoriser un autre type d'effet rebond provoqué par une diminution initiale de la demande suivie d'une baisse de prix alimentant en retour une hausse de la consommation basée sur une intensification des usages ou l'accès à la consommation de segments moins aisés, mais plus nombreux de la population.

Partant du principe que la croissance économique, supposée engendrer la prospérité, mène à une impasse (destruction des ressources, perte de biodiversité, tout en favorisant les inégalités sociales et territoriales), ne serait-il pas temps d'envisager une prospérité sans croissance comme le propose un rapport portant sur le développement durable au Royaume-Uni (Jackson, 2009) ? Certains auteurs (Harri *et al.*, 2008) considèrent même que la recherche de partenariats et de consensus entre les divers acteurs (consommateurs et producteurs) constituerait un compromis plus efficace en faveur d'une économie durable. D'autres, comme Emmanuel Combet

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

et Antoine Pottier, proposent l'élaboration d'*Un nouveau contrat écologique* (2004), pour sortir du marasme et de l'inaction. Quant à Kōhei Saitō (2024), il préconise de remettre en cause le mode de production « impérial » et de mettre en œuvre un « communisme de décroissance ». Cela passe, selon-lui, par la valorisation des communs, la justice climatique étant un levier pour favoriser cette transition. S'inscrivant dans cette orientation l'Ademe, a publié en 2021 un appel ayant pour vocation de susciter des initiatives susceptibles de créer des « communs ». Par exemple, les technologies numériques pourraient être mobilisées comme « ressorts de l'intelligence territoriale » selon l'expression de Françoise Papa et de ses co-auteurs au moyen de dispositifs techniques et au service de processus coopératifs selon des modalités spécifiques pour les domaines suivants : le marketing territorial, la commercialisation des produits et les activités touristiques ; la coopération entre acteurs professionnels et socio-économiques du territoire ; enfin, la gouvernance territoriale. Sur le terrain des territoires de montagne, la configuration des pouvoirs locaux apparaît comme déterminante (Papa *et al.*, 2007), révélant le primat du politique dans la valorisation des ressources territoriales et l'atténuation de l'isolement.

Comment tendre vers une prospérité sans croissance, étant donné que la croissance, supposée apporter la prospérité, mène à la destruction de la planète et au développement des inégalités. Une prospérité sans croissance est-elle possible s'interroge Tim Jackson (2009) ? Question malheureusement toujours d'actualité.

Bibliographie

Ademe (2025). *Numérique & environnement : entre opportunités et nécessaire sobriété*, Paris, Les Avis de l'Ademe.

Ademe-Presse (2024). <https://presse.ademe.fr/2024/11/cop-29-un-souhait-de-politiques-publiques-plus-ambitieuses-face-a-lampleur-du-changement-climatique-malgre-une-mobilisation-individuelle-qui-marque-le-pas.html>.

Ademe-Arcep (2022). *Évaluation environnementale des équipements et des infrastructures*. Paris.

Albrecht, G. (2020). *Les émotions de la terre*. Paris : Les liens qui libèrent.

Dominique CARRÉ et Dominique DESBOIS

Alcott B. (2008). « The sufficiency strategy: would rich-world frugality lower environmental impact? », *Ecological Economics*, 64, p. 770-786.

Annales des Mines (2017). « Transition numérique et transition écologique », 87, juillet.

Association for Computing Machinery (2021).
<https://www.acm.org/binaries/content/assets/press-releases/2021/october/acm-techbrief-on-climate-change.pdf>

Boltanski, L (2013). « De la sociologie de la critique aux impasses actuelles de la critique sociale », entretien, Cukier, A., Delmotte, F. Delmotte, Lavergne, C. (dir). *Émancipation, les métamorphoses de la critique sociale*. Bellecombe-en-Bauges : Éditions du Croquant.

Bonamy C., Boudinet C., Bourgès L., Dassas K., Lefèvre L., et al. (2023). « Bonnes pratiques en écoconception de service numérique ». *Collection numérique de l'AMUE*, 29, pp. 38-39.

Bulletin de l'association de géographes français (2020). « Transition(s) », 97-4/2020. <https://doi.org/10.4000/bagf.7133>

Carré, D. (2023). « « Numérique & société ». De quelle manière les sciences de l'information et de la communication intègrent la relation à la « nature » ? Passage d'une dyade à une triade ». *La numérisation de la société*, Actes du XXIV^e congrès de la SFSIC, Bordeaux, 14-16 juin 2023, pp. 451-457.

Carré, D. (2021). « Un game over pour la vie sur la planète? Insoutenable croissance de l'opulence relationnelle et communicationnelle numérisée », *Actes du XXI^e congrès de l'AISLF- CR 33, Sociologie de la communication*, Tunis, 12-16 juillet 2021, pp. 21-30.

Carré, D. (2019). « Numérisation de la société : éléments pour une écologie de la sollicitation ? ». Dans George, E. (dir.). *Numérisation de la société et enjeux sociopolitiques 2*, (pp. 185-193) Londres : iste editions,,

Carré, D. (2014). « Innovation », *Diversité culturelle à l'ère du numérique*. Dans *Glossaire critique*. Commission nationale française pour l'UNESCO, Paris : La documentation française,.

Carré D. (2013). « Approche critique et techniques numériques d'infocommunication : Vers la prise en compte d'une nouvelle dimension ? ». Dans Kane, O et George, É (dir.). Actes du

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

colloque *Où (en) est la critique en communication ?*, Montréal, pp. 61-73.<http://gricis.uqam.ca/activites/colloques/article/ou-en-est-la-critique-en>,

Carré, D., Vidal, G. (2018). *Hyperconnectivité*. London : iste editions.

Ciblat P., Combaz J., Coupechoux M., Marquet K., Orgerie A.-C., (2024). « Effets environnementaux de la 5G (partie 2) : Applications envisagées et acteurs impliqués », *1024 : Bulletin de la Société Informatique de France*, 24, pp. 99-127.

Combet, E., Pottier, A. (2024). *Un nouveau contrat écologique*. Paris : PUF 2024.

Cnuced (2025). *World Economic Situation and Prospects 2025*. Department of Economic and Social Affairs, Nations-Unies, New York.

Desbois D. (2023). « Crypto-actifs : déboires financiers, turpitudes juridiques et réglementations lacunaires ». *Terminal* n°136, <https://doi.org/10.4000/terminal.9311>

EcoInfo (2022) *Charte des membres d'EcoInfo*, juillet,https://ecoinfo.cnrs.fr/wp-content/uploads/2022/07/charter_EcoInfo.pdf

Ellul, J. (1988). *Le bluff technologique*. Paris : Hachette.

Flipo, Fabrice (2021). *La numérisation du monde. Un désastre écologique*. Paris : L'échappée.

Foucault, M. (2004). *Naissance de la biopolitique*. Paris : Le Seuil.

Foucault, J. (1994). *Dits et écrits*. Paris : Gallimard.

France stratégie (2022). *Le monde de l'internet des objets : des dynamiques à maîtriser*. Paris : France stratégie.

Global Carbon Project (2023). *Key messages from GCB*. novembre, <https://globalcarbonbudget.org/>

Google (2024). *Environmental Report*, juillet.

Gorz, A. (2008). *Ecologica*. Paris : Galilée.

Dominique CARRÉ et Dominique DESBOIS

GreenIT (2020). <https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2020/06/2020-06-iNum-etude-impacts-numerique-France-rapport.pdf>

Harri K. et al. (2008). « Innovative policy instruments to promote sustainable consumption and production ». *Proceedings of the Conference Sustainable consumption and production: framework for action*, March 10-11, Bruxelles, pp. 407-427.

Hopkins, R. (2008). *Handbook : From Oil Dependency to Local Resilience*, White River Junction, VT. Chelsea : Green Publishing.

Illich, I (1973). *La convivialité*. Paris : Seuil.

IPCC (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, New York, NY, USA, 3056 p., doi:10.1017/9781009325844

Jackson, T. (2009). *Prosperity without Growth?* Commission du développement durable du Royaume Uni, mars 2009.

Lacroix, J.-G., Tremblay, G., Pronovost, G. (1993). « La mise en place de l'offre et la formation des usages des TNIC. Le cas de Videoway et de Télétel », *Cahiers de recherche sociologique*, n°21. Université du Québec à Montréal, pp. 79-122.

Laval, C. (2018). « L'entreprise comme nouvelle forme de gouvernement. Usages et mésusages de Michel Foucault. Dans Oulc'hen, H. (dir) *Usages de Foucault*. (pp. 143-158). Paris : PUF, <https://doi.org/10.3917/puf.hen.2014.01.0143>

Lebrun, F. (2024). *Barbarie numérique. Une autre histoire du monde connecté*. Paris : L'Échappée.

Ligozat A.-L., Lefèvre J., Bugeau A., Combaz J. (2022). « Unraveling the Hidden Environmental Impacts of AI Solutions for Environment Life Cycle Assessment of AI Solutions 14, pp. 51-72. (10.3390/su14095172)

Luccioni S., Viguier S. et Ligozat A.-L. (2022). « Estimating the Carbon footprint of BLOOM, a 176B Parameter Language Model », arXiv:2211.02001v1 [cs.LG], 3/11/2022.

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

Malm A. (2016). *Fossil Capital: The Rise of Steam-Power and the Roots of Global Warming*. Brooklyn : Verso

Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randgers, J, Beheherens, W.W. (1972). *The Limits to Growth* : Universe Books.

Mouvements (2013). La transition, une utopie concrète ? 2013/3 n° 75. Paris : La Découverte.

Morin, E. (2004). « Au-delà de la globalisation et du développement, société-monde ou empire-monde ? », *La revue du MAUSS*, <http://www.cairn.info/revue-du-mauss-2002-2-page-43.htm>, DOI : [10.3917/rdm.020.0043](https://doi.org/10.3917/rdm.020.0043)

Papa, F., Collet, L., Feyt, G., Francony, J.M., Landel, P.A.

(2007) « TIC et développement durable des territoires de montagne. Vle Colloque International », *TIC & Territoire : Quels développements ?*, Université Jean Moulin, Lyon III, 14- 15 juin, Lyon, France. <[halshs-00333282](https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00333282)>

NASA (2023). <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-analysis-confirms-2023-as-warmest-year-on-record/>

NOAA (2024). *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide*, par Lindsey R. et Dlugokencky E., 9 avril, National Oceanic and Atmospheric Administration, *Mauna Loa Observatory*, Hawaï. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate>

O'Brien I. (2024). “Data center emissions probably 662% higher than big tech claims. Can it keep up the ruse?” *The Guardian*, 15 september <https://www.theguardian.com/technology/2024/sep/15/data-center-gas-emissions-tech>

OCDE (2024). *Perspectives de l'économie numérique de l'OCDE 2024 (Volume 1). Cap sur la frontière technologique*. Paris : Éditions OCDE, <https://doi.org/10.1787/e34abd55-fr>.

ONU (1987). *Rapport de la Commission mondiale pour l'environnement et le développement*, Assemblée générale des Nations-Unies, 42^e session, <https://digitallibrary.un.org/>.

Ouellet, M. (2016). *La révolution culturelle du capital : Le capitalisme cybernétique dans la société globale de l'information*. Montréal : Écosociété.

Dominique CARRÉ et Dominique DESBOIS

Oui, J. (2021). *La précision au secours des pollutions : des technologies numériques pour écologiser le productivisme agricole*, Thèse de doctorat. EHESS : Paris.

Oxfam (2024). *Les inégalités carbone tuent*, rapport publié le 28 octobre 2024. <https://www.oxfamfrance.org/rapports/les-inegalites-carbone-tuent/>

Pétrella, R. (1991). « Les bases pour une alliance nouvelle entre société et technologie » préface. Dans Carré, D., Valenduc G. (1991). *Choix technologiques et concertation sociale. Entreprises, régions, Europe*. Paris : CPE-Economica, pp. 77-11.

Pitron, G. (2019). *La guerre des métaux rares. La face cachée de la transition énergétique et numérique*. Paris : Les liens qui libèrent.

Pomian, K (1997). « L'heure des ‘Annales’, La terre – les hommes – le monde ». Dans Nora, P. -dir- (1997). *Les Lieux de mémoire* (pp. 903 – 952). Paris : Gallimard,

République française (2021). Loi REEN « visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France » JO du 16/11 2021.

Réseaux (2024). « Écologiser par le numérique ? », 2024/2, n° 224. Paris : La Découverte.

Rockström, J., Klum, M. (2015). *Big World, Small Planet. Abundance within Planetary Boundaries*. Yale : University Press.

Rosenfeld S. (2025) *The Age of Choice. A History of Freedom in Modern Life*. Princeton : University Press.

Rowe, F. et Markus, M. L. (2023) « Envisioning Digital Transformation: Advancing Theoretical Diversity », *Journal of the Association for Information Systems*, 24(6), pp. 1459-1478.

DOI: 10.17705/1jais.00850

Saitō, K. (2024). *Moins ! La décroissance est une philosophie*. Paris : Le Seuil.

Semieniuk, G. (2024) « Inconsistent definitions of GDP: Implications for estimates of decoupling ». *Ecological Economics*, vol. 215, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108000>.

Positionnement et éléments de cadrage préalable pour aborder les transitions numérique et écologique

Smyrnaios, N. (2016) « L'effet GAFAM : stratégies et logiques de l'oligopole de l'internet », *Communication & langages*, 2016/2 n° 188, pp. 61-83.

Srnicek, N. (2018). *Capitalisme de plateforme. L'hégémonie de l'économie numérique*. Montréal : Lux.

Steffen, W., et al. (2015). « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet ». *Science*, 347(736), 1259855, DOI:10.1126/science.1259855.

Terminal (2011). Le développement durable à l'épreuve des TIC, Desbois, D., Gossart, C., Jullien, N. et J.-B. Zimmermann (eds), n° 106-107, mars.

Terminal (1990). Informatique/Écologie. Première approche, n°50, juillet-août, 1990.

Trotski, L. (1938). *L'Agonie du capitalisme et les tâches de la IVe internationale. Programme de transition*, <https://www.universalis.fr/dictionnaire/transition/>

Valenduc, G., Vendramin, P. (1998). *Le travail à distance dans la société de l'information*. Namur-Bruxelles : FTU-Emerit Evo société.

Vente T., Wegmeth L., Said A., Beel H. (2024). « From Clicks to Carbon : The Environmental Toll of Recommender Systems », *RecSys '24: Proceedings of the 18th ACM Conference on Recommender Systems*, pp. 580-590. <https://doi.org/10.1145/3640457.3688074>

Zachos, J.C., Dickens, R.D. et R.E. Zeebe (2008). « An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics », *Nature*, vol. 451, n° 7176, 17 janvier, p. 279–283 (DOI: 10.1038/nature06588)

Zuboff, S. (2019). *The Age of surveillance capitalism. The fight for a human future at the new frontier of power*. New York : Hachette books.

01net (2022) « Apple : une violente émeute éclate chez Foxconn, le principal fabricant d'iPhone », *01net*, 23 novembre 2022,

Dominique CARRÉ et Dominique DESBOIS