

LE CAPITALISME NUMÉRIQUE COMME SYSTÈME-MONDE

Éléments pour une métacritique

Sébastien BROCA

Dans son ouvrage *Techno-féodalisme*, l'économiste Cédric Durand dresse le constat suivant : « les îlots de la Silicon Valley ont besoin d'un océan de non-Silicon Valley pour subsister » (Durand, 2020, p. 69). Il ajoute que « c'est dans les non-Silicon Valley que les biens sont assemblés, triés, déplacés ; c'est sur ces terres aux marges que les animaux sont élevés, tués et que les plantes poussent ; c'est vers ces espaces ignorés que les déchets sont acheminés » (*ibid.*). Cédric Durand souligne ainsi qu'on ne peut analyser la prospérité de cette petite partie de la Californie sans la rapporter aux relations nouées avec un extérieur beaucoup plus vaste. Il suggère aussi que ces relations sont empreintes d'une forme d'inégalité. Les activités techno-scientifiques de pointe seraient concentrées dans la Silicon Valley, tandis que les espaces extérieurs accueilleraient de nombreuses activités à la fois moins lucratives et moins visibles. Cet article voudrait développer la double intuition, analytique et critique, contenue dans ces quelques phrases. Il esquisse pour cela un modèle théorique permettant, d'une part, de décrire les relations économiques et matérielles qui sous-tendent la prospérité de la Silicon Valley, d'autre part, de fournir des appuis normatifs pour critiquer les injustices propres à ces relations. Il s'agit, en d'autres termes, de proposer quelques éléments pour une « métacritique » du capitalisme numérique.

La notion de « métacritique » est définie par Luc Boltanski au sein d'un couple conceptuel dont le deuxième terme est celui de « critique ordinaire » (Boltanski, 2011, p. 19). Les critiques ordinaires sont les jugements moraux portés par les différents acteurs sociaux dans les contextes auxquels ils participent. Les métacritiques se situent à un niveau de généralité supérieur, puisqu'elles tendent vers la mise en cause systématique d'un ordre social. Leur but est de « dévoiler, dans leurs dimensions les plus générales, l'oppression, l'exploitation ou la domination, quelles que soient les modalités sous lesquelles elles se réalisent » (*ibid.*, p. 22). Cela implique « une sociologie ou [...] une anthropologie descriptive » (*ibid.*, p. 25). L'opération métacritique nécessite en effet de choisir certains aspects considérés comme pertinents au sein de tout ce qui existe dans le monde. Passé ce premier moment descriptif, la métacritique doit « trouver les moyens de porter un jugement sur la valeur de l'ordre social qui fait l'objet de la description » (*ibid.*, p. 25). Il lui faut

pour cela se doter d'un *opérateur conceptuel* à même de fonder la mise en cause de l'ordre social considéré : l'exploitation, l'aliénation, la domination masculine ou encore le racisme systémique, pour n'en donner que quelques exemples répandus.

Le projet de cet article est d'esquisser une théorie du capitalisme numérique, qui puisse fonctionner comme une métacritique. Cette théorie est élaborée en référence à l'analyse des systèmes-monde (Wallerstein, 2006), ainsi qu'aux développements ultérieurs de celle-ci dans les théories de l'échange écologiquement inégal (Bunker, 1985 ; Hornborg, 1998). Je propose ainsi de replacer l'actuel capitalisme numérique dans l'histoire du système-monde capitaliste et de mettre en lumière la manière dont il prospère au moyen d'échanges écologiquement inégaux entre espaces centraux et espaces périphériques. Cette approche vise notamment à intégrer aux théories critiques dénonçant le pouvoir de la Silicon Valley des préoccupations écologiques, qui y ont longtemps été absentes ou marginales. Si le propos est d'ordre principalement théorique, je m'efforce aussi d'indiquer la manière dont une telle théorie gagne à s'appuyer sur des contestations existantes, qui relèvent de la critique ordinaire. Je ne prétends pas avoir ainsi trouvé, moins encore formulé de manière aboutie, la seule métacritique adéquate du capitalisme numérique. L'enjeu est plutôt d'exposer un cadrage conceptuel quasi absent de la littérature scientifique sur le sujet, et d'examiner ses apports du point de vue analytique et du point de vue critique. Autrement dit, il s'agit moins de prétendre voir mieux que d'essayer de regarder autrement.

LES DIVERSES MÉTACRITIQUES DU CAPITALISME NUMÉRIQUE

Afin de situer ma proposition, je commencerai par présenter un certain nombre de théories influentes proposées depuis plus de vingt ans pour caractériser les évolutions générales du capitalisme en lien avec le développement des technologies numériques¹. En entreprenant cette revue de la littérature scien-

1. Je n'ai ici pris en compte que les théories explicitement formulées en termes de « capitalisme ». Parmi celles-ci, j'ai retenu les approches qui me semblent avoir été les plus influentes dans le champ des sciences sociales, ce dont témoigne (quoique bien imparfaitement) un indicateur très simple comme le nombre de citations en langue anglaise. Ainsi, selon Google Scholar, au 1^{er} septembre 2021 le livre de S. Zuboff sur le « capitalisme de surveillance » a recueilli 4 215 citations, celui de N. Srnicek sur le « capitalisme de plateforme » 2 842, celui de D. Schiller sur le « capitalisme numérique » 1 871, celui de Y. Moulier Boutang sur le

tifique existante, on ne peut qu'être frappé par la place mineure occupée par les questions écologiques. Les théories existantes sont pourtant nombreuses et diverses. C'est ce dont témoigne une certaine profusion terminologique : « capitalisme informationnel », « capitalisme numérique », « capitalisme cognitif », « capitalisme de plateforme », « capitalisme de surveillance », « capitalisme rentier », « capitalisme racial » figurent parmi les expressions fréquemment employées.

Ces syntagmes sont souvent utilisés en des sens différents. Le « capitalisme informationnel » de Manuel Castells (1998) n'est pas celui de Christian Fuchs (2014). Le « capitalisme numérique » de Dan Schiller (1999) n'est pas celui de Philipp Staab (2019). Le « capitalisme cognitif » de Carlo Vercellone (2008) n'est pas exactement celui de Yann Moulier Boutang (2007). Le « capitalisme de plateforme » de Nick Srnicek (2018) est plus large que celui de Sarah Abdelnour et Sophie Bernard (2018). Le « capitalisme de surveillance » de John Bellamy Foster et Robert W. McChesney (2014) a peu à voir avec celui de Shoshana Zuboff (2020). Le « capitalisme rentier » de Marianna Mazzucato (2018) n'est pas tout à fait celui de Brett Christophers (2020). Le « capitalisme racial » de Tressie McMillan Cottom (2020) n'est pas vraiment celui de Jonathan Beller (2021).

Pour ne pas sombrer dans cette mer conceptuelle, il faut trouver quelques outils de navigation. Le premier, lié à la perspective de cet article, consiste à retenir parmi ces théories uniquement celles qui véhiculent un discours critique. Il existe en effet des théories générales de l'état présent du capitalisme, dont l'objet n'est pas de dévoiler son caractère injuste. Il est néanmoins assez frappant de constater que parmi les théories citées, et notamment les plus récentes, la plupart articulent une proposition analytique et une proposition critique. Ce constat pourra susciter une forme d'étonnement. Alors que dans l'histoire des sciences sociales, les controverses sur la scientificité des savoirs à visée critique n'ont jamais cessé, il semblerait que la littérature actuelle sur les transformations numériques du capitalisme fasse une place assez faible à des approches revendiquant un positionnement axiologiquement neutre².

« capitalisme cognitif » 997, etc. Je mentionne également quelques théories moins souvent citées, afin de mettre en lumière le fait que les mêmes syntagmes peuvent être définis de manière divergente.

2. On pourra néanmoins objecter que ce constat est biaisé par un biais d'échantillonnage. En effet, parler de « capitalisme » est rarement un choix innocent pour un auteur. Souvent, l'emploi de cette terminologie sous-tend déjà une posture critique. Dans la mesure où la revue de

Au sein des théories à visée explicitement critique, je propose ensuite de distinguer deux types d'approches en fonction du parti pris descriptif qui est le leur. Un premier groupe de théories porte un discours critique « local », au sens où elles n'ont pas en vue l'ensemble du capitalisme contemporain mais un aspect de celui-ci, en général perçu comme particulièrement lié aux technologies numériques. Relèvent par exemple de ce type d'approche les analyses du « capitalisme de plateforme », lorsqu'elles désignent uniquement par là les « échanges marchands sur une plateforme lucrative » comme Uber ou Airbnb (Abdelnour et Bernard, 2018). D'autres théories entendent proposer des analyses globales du capitalisme contemporain et se révèlent en ce sens véritablement « métacritiques » au sens défini plus haut. Elles mettent alors en avant la centralité des technologies numériques et des firmes technologiques dans la logique générale du processus d'accumulation. On pense ici aux approches du « capitalisme numérique » définissant celui-ci comme une « époque »³ (Schiller, 1999, p. xvi), aux théories du « capitalisme cognitif » en tant que dépassement du capitalisme industriel (Moulier Boutang, 2007 ; Vercellone, 2008), ou encore au « capitalisme rentier » considéré comme « le système économique de production et de reproduction où les revenus sont dominés par les rentes et la vie économique est dominée par les rentiers »⁴ (Christophers, 2020, p. xviii). D'autres approches peuvent, suivant l'interprétation qui en est faite, être rangées dans l'une ou l'autre de ces deux grandes catégories. C'est le cas de la théorie du « capitalisme de surveillance » proposée par S. Zuboff, dont on ne sait pas exactement s'il faut la considérer comme l'analyse d'un secteur économique spécifique organisé autour de l'exploitation des données, ou comme la dénonciation de la logique globale propre au capitalisme contemporain (Broca, 2019).

Une troisième et dernière distinction me paraît utile. Elle a trait à l'opérateur conceptuel utilisé pour fonder la dénonciation de l'ordre existant. On peut ainsi – moyennant un certain schématisme mais avec, me semble-t-il, un gain heuristique – différencier les métacritiques du capitalisme contemporain selon qu'elles se donnent comme des critiques de la surveillance, de

littérature proposée se limite aux approches formulées en termes de capitalisme, il est d'une certaine manière logique que les approches critiques y soient surreprésentées. Le constat serait sans doute un peu différent si l'on considérait, par exemple, les théories de l'« économie numérique ».

3. « *epoch* » (traduction de l'auteur).

4. « *the system of economic production and reproduction in which incomes are dominated by rents and economic life is dominated by rentiers* » (traduction de l'auteur).

l'exploitation, de la rente ou du racisme systémique. Lorsque la notion de surveillance est mise au cœur de l'analyse, c'est l'érosion de l'autonomie des individus du fait de l'orientation de leurs comportements (Zuboff, 2020) qui apparaît comme l'injustice fondamentale de l'ordre social contemporain. Pour les métacritiques de l'exploitation, c'est plutôt le différentiel entre la valeur produite par le travailleur et la valeur reçue pour prix de sa force de travail qui demeure scandaleuse (Fuchs, 2014). Les théories de la rente mettent en avant la privatisation de l'information et de la connaissance par la propriété intellectuelle (Vercellone, 2008), ou plus généralement le contrôle monopolistique sur certains actifs économiques clés (Durand, 2020 ; Christophers, 2020). Les métacritiques du racisme systémique soulignent quant à elles que l'ordre capitaliste contemporain, prétendument *colorblind*, reproduit en fait les inégalités raciales héritées et que « la Silicon Valley est un projet racial »⁵ (McMillan Cottom, 2020).

À la lumière de cette brève revue de la littérature scientifique, il est notable qu'aucune métacritique influente n'ait pour angle privilégié les dégâts écologiques imputables au capitalisme numérique. Bien que la matérialité d'internet et les ressources naturelles nécessaires au déploiement de l'intelligence artificielle fassent l'objet de travaux académiques de plus en plus précis et nombreux (Crawford, 2021 ; Flipo, 2021), il semble que ces préoccupations n'aient pour l'heure guère trouvé de formulation adéquate du point de vue métacritique. Dans la suite de cet article, j'essaie de commencer à combler cette lacune en m'appuyant sur des ressources conceptuelles rarement mobilisées par les spécialistes du capitalisme numérique : l'analyse des systèmes-mondes et la théorie de l'échange écologiquement inégal.

SYSTÈME-MONDE ET CAPITALISME NUMÉRIQUE

La notion de système-monde a été proposée dans une perspective interdisciplinaire par plusieurs auteurs, notamment Immanuel Wallerstein, André Gunder Frank, Samir Amin et Giovanni Arrighi. Elle a pris forme à partir de l'idée d'« économie-monde », d'abord employée par Fernand Braudel pour montrer combien la dynamique historique d'émergence et d'expansion du capitalisme fut liée à la mise en place d'échanges commerciaux entre différentes parties du monde (Braudel, 1988).

5. « *Silicon Valley is a racial project* » (traduction de l'auteur).

Si l'on suit l'approche de Wallerstein, le système-monde moderne naît au XVI^e siècle et est indissociable du capitalisme en tant que « système historique caractérisé par la priorité donnée à l'accumulation *illimitée* du capital » (Wallerstein, 2006, p. 145). Ainsi, bien que le capitalisme n'ait pas toujours existé aux dimensions du monde, il s'est toujours présenté comme *un* monde, c'est-à-dire comme un ensemble cohérent et structuré d'espaces économiquement interdépendants. Ces espaces ont occupé des positions inégales dans le processus d'accumulation, en vertu de la division du travail et des flux de capitaux. À chaque période, on peut ainsi distinguer un centre hégémonique, des périphéries marginalisées et des espaces intermédiaires, qui appuient la domination du centre tout en la contestant. Les activités les plus rentables se trouvent dans les espaces centraux, où elles sont en général concentrées, dominées par des monopoles ou des oligopoles. Dans les périphéries, la concurrence entre acteurs économiques est soutenue et les niveaux de rentabilité sont inférieurs. Si le capitalisme a connu la succession dans l'histoire de plusieurs centres hégémoniques, la logique sous-jacente d'une division entre centre et périphéries n'a, selon Wallerstein, jamais été démentie. C'est en ce sens que le capitalisme a toujours fonctionné comme un système-monde, structurellement inégalitaire, dont les dimensions se sont progressivement étendues.

La perspective des systèmes-monde articule une analyse des structures et une prise en compte de l'histoire. Elle veut appréhender « à la fois le cadre [...], décrit conceptuellement, et les motifs de transformation interne [...] qui entraîneront au bout du compte la disparition du système, décrits de manière séquentielle »⁶ (Wallerstein, 2000, p. 136). Elle s'est de ce fait avérée particulièrement adéquate pour repérer différentes périodes dans le déploiement du capitalisme. G. Arrighi a ainsi distingué quatre cycles d'accumulation, chacun fondé sur la prééminence d'un centre hégémonique : « un cycle génois, du XV^e siècle au début du XVII^e siècle ; un cycle néerlandais, à partir de la fin du XVI^e siècle et pendant la majeure partie du XVIII^e siècle ; un cycle britannique, de la dernière moitié du XVIII^e siècle jusqu'aux débuts du XX^e siècle ; et un cycle américain, qui a commencé à la fin du XIX^e siècle et a continué jusqu'à la phase actuelle d'expansion financière »⁷ (Arrighi, 2010, p. 6-7).

6. « *we look both for the framework [...], which we describe conceptually, and for the patterns of internal transformation [...] that will eventually bring about the demise of the system, which we describe sequentially* » (traduction de l'auteur).

7. « *a Genoese cycle, from the fifteenth to the early seventeenth centuries; a Dutch cycle, from the late sixteenth century through most of the eighteenth century; a British cycle, from the latter*

Ces cycles se chevauchent en partie et leurs bornes chronologiques demeurent approximatives. Ils permettent néanmoins de saisir les principales transformations du capitalisme sur la longue durée. Chaque grand cycle correspond en effet à l'émergence d'un nouveau centre du système-monde, à une augmentation de l'extension géographique de celui-ci et à un approfondissement de son emprise sur les sociétés.

Je propose d'ajouter au découpage d'Arrighi une périodisation plus fine du dernier cycle : le cycle américain. J'y distinguerai trois phases, qui se déploient selon une logique cumulative et dont chacune renvoie à la prééminence d'une région des États-Unis. La première correspond au *capitalisme fordiste* (ou keynésien). Il s'installe à partir de la crise de 1929 et triomphe après 1945. Il se caractérise par la croissance du rôle régulateur des États et par d'importants gains de productivité. La grande firme verticalement intégrée y tient un rôle central, la consommation des salariés y nourrit l'investissement et le partage des revenus entre salaires et profits y est stable. Détroit, et plus largement la *Manufacturing Belt*, en constituent le centre géographique. À partir des années 1970 s'affirme, largement en opposition à la période précédente, un *capitalisme financier* (ou néolibéral) dont New York et Wall Street sont le cœur battant. Il est caractérisé par la baisse des gains de productivité, le poids des marchés financiers, la libéralisation de la circulation des capitaux et le recul des institutions de l'État-Providence. Il est aussi marqué par l'influence des théories monétaristes et des penseurs néolibéraux, marginalisant le keynésianisme auparavant dominant.

Je suggère d'appeler *capitalisme numérique* une troisième période, dont on peut dater l'émergence lors de la crise économique et financière de 2007-2009. Cette crise provoque une transformation du régime d'accumulation financiarisé, en raison notamment du nouveau rôle des banques centrales. Elle marque surtout une accélération de l'essor des entreprises technologiques (Atal, 2020), dont les plus importantes, toutes issues de la côte ouest des États-Unis, se hissent en quelques années au sommet du capitalisme mondial. Se produit ainsi une nouvelle inflexion du système-monde, dont l'hyper-centre se déplace vers la côte ouest des États-Unis, principalement vers la Silicon Valley et Seattle (Kenney et Zysman, 2020). Je propose par conséquent de définir

half of the eighteenth century through the early twentieth century; and a US cycle, which began in the late nineteenth century and has continued into the current phase of financial expansion »
(traduction de l'auteur).

le capitalisme numérique de manière historique *et* géographique, comme un nouveau stade dans le développement du système-monde, caractérisé par la centralité des firmes et des activités économiques issues de la côte ouest.

Cette proposition se nourrit de quelques constats désormais solidement établis. Les cinq plus grandes capitalisations boursières mondiales sont aujourd'hui détenues par les GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft), soit cinq firmes issues de la Silicon Valley ou de Seattle. Bien qu'elles soient dissemblables sous plusieurs aspects, ces entreprises « présentent davantage de similarités techno-économiques que les versions précédentes du *top five* »⁸ (Birch et Cochrane, 2021). Elles disposent par ailleurs chacune d'un poids social et économique considérable, qui se dit dans leur nombre d'utilisateurs ou de consommateurs, dans leur rôle central au sein de multiples chaînes de valeur, ainsi que dans leur caractère incontournable pour de nombreux acteurs économiques et étatiques devenus dépendants de leurs outils : infrastructures de connectivité et de stockage, logiciels et services informatiques, algorithmes d'analyse et de prédiction. Par-delà ces cinq firmes géantes, la Silicon Valley présente une concentration remarquable de grandes entreprises et de start-ups, de banques et d'investisseurs, d'universités et de centres de recherches (O'Mara, 2019). Pour toutes ces raisons, on peut, me semble-t-il, y voir le nouveau centre du système-monde capitaliste⁹.

UNE STRUCTURATION DIFFÉRENCIÉE DE L'ESPACE

L'approche par la notion de système-monde a pour intérêt de replacer l'analyse de la période actuelle dans une histoire et une géographie globales du capitalisme. À cette lumière, notre présent apparaît avant toute chose comme la continuation du long processus d'expansion du capitalisme. Il n'y a donc aucune raison *a priori* de supposer que les caractéristiques structurelles de

8. « *have more techno-economic similarity than previous iterations of the top five* » (traduction de l'auteur).

9. Je précise néanmoins qu'il s'agit là d'un parti pris de description. Ce choix peut toujours être contesté par la mise en avant d'autres données ou éléments à même de relativiser le poids du numérique, des GAFAM ou de la Silicon Valley. Comme indiqué en introduction, il n'y a je crois aucun moyen d'échapper au fait qu'une description de la société se situant au niveau de généralité qui est celui des métacritiques implique nécessairement une attention sélective à certains aspects du monde et ne peut donc, de ce fait, être empiriquement et rationnellement justifiée au point de faire taire toute contestation possible de sa validité.

celui-ci soient suspendues. Les firmes cherchent toujours à faire des profits, pas simplement à amasser un maximum de données. Le salariat n'a pas disparu, même si d'autres formes de travail jouent aussi un rôle important. La propriété privée n'a pas cessé d'exister, bien que les communs numériques se soient développés.

La perspective du système-monde permet également de porter le regard, non pas uniquement vers les grandes entreprises issues du nouveau centre hégémonique, mais vers des acteurs périphériques et semi-périphériques souvent moins visibles. Le capitalisme numérique repose en effet sur des chaînes de valeur globales, au sein desquelles se nouent des relations asymétriques. Les acteurs économiques centraux y captent la majeure partie de la valeur produite, tout en externalisant et en sous-traitant un grand nombre d'activités industrielles et informationnelles comme la fabrication des terminaux (Qiu, 2016), la modération des contenus sur les réseaux sociaux commerciaux (Roberts, 2020), ou encore la constitution des bases de données servant à « entraîner » les programmes d'intelligence artificielle (Casilli, 2019).

Cette externalisation est permise par la numérisation globale des processus de production, qui facilite le pilotage des chaînes de valeur et la coordination entre de multiples parties prenantes (Bruyère, 2020). Le recours massif à la sous-traitance s'explique également par le contrôle que les firmes dominantes maintiennent sur certains actifs déterminants : technologies et designs brevetés, marque, plateforme technologique, jeux de données. La dispersion de nombreux processus productifs se double ainsi d'une centralisation des « intangibles », grâce aux droits de propriété intellectuelle notamment (Durand, 2018). Dispersion et centralisation sont donc les deux faces d'une même réalité, que d'autres auteurs abordent comme un processus d'« *assetization* », favorisé par le cadre juridico-légal existant et la valuation financière des actifs (Birch et Muniesa, 2020). Le résultat en est que les acteurs économiques centraux tendent à concentrer les savoirs techno-scientifiques de pointe (Rikap et Lundvall, 2020), à acquérir des positions monopolistiques (Sabeel et Thelen, 2019) et à capter des rentes importantes au détriment des acteurs périphériques.

Cette logique économique d'ensemble produit une structuration différenciée de l'espace, qui se joue et se rejoue à de nombreuses échelles : villes, régions, États, continents. Certains espaces semi-périphériques ne sont séparés de l'hyper-centre du système-monde que par quelques kilomètres. C'est le cas d'East Palo Alto, municipalité pauvre et majoritairement hispanophone que

seule une autoroute – mais un gouffre social – sépare de la cossue Palo Alto, où se trouve entre autres le siège de Facebook. D'autres espaces périphériques se trouvent à l'autre bout du monde, ce qui n'empêche pas leur destin économique et social d'être étroitement lié à celui de la Silicon Valley. Le capitalisme numérique englobe ainsi l'extraction et le raffinage, en Afrique, en Asie ou en Amérique latine, de métaux comme le tungstène, le cobalt ou les terres rares, indispensables à la fabrication de matériel électronique (Pitron, 2018). Il inclut la production de microprocesseurs, ordinateurs, smartphones et objets connectés dans les usines du Sud-Est asiatique. Il suppose la « délocalisation » des déchets électroniques du Nord, massivement exportés vers la Chine, l'Inde, les Philippines ou le Ghana. Il implique enfin l'externalisation de nombreuses activités informatiques et informationnelles dans des pays à faible coût de main-d'œuvre. La géopolitique du capitalisme numérique reproduit ainsi l'inégalité Nord/Sud, même si ce constat doit être en partie nuancé (notamment en ce qui concerne la Chine) et précisé à des échelles géographiques beaucoup plus fines, comme les aires urbaines ou les régions. L'approche par la notion de système-monde incline en fait à dépasser une analyse du capitalisme centrée exclusivement sur la compétition entre États, quand bien même il a pu être reproché à Wallerstein de ne pas être allé suffisamment loin dans cette direction (Brenner, 1999).

Le cadre conceptuel des systèmes-monde incite également à congédier une forme d'occidentalo-centrisme, bien que sur ce point aussi certains aient jugé les apports de Wallerstein insuffisants (Dussel, 1998). Considérer le capitalisme numérique comme un système-monde conduit quoi qu'il en soit à compléter les explications qui attribuent la prospérité de la Silicon Valley exclusivement à des facteurs « internes » : investissements militaires reçus, culture entrepreneuriale et libertaire propre à la vallée, liens du monde de la Tech avec l'université de Stanford (Flichy, 2001 ; Lécuyer, 2007 ; Mazzucato, 2013 ; O'Mara, 2019). De telles explications sont importantes, mais elles demandent à être enrichies par l'analyse des nombreuses interdépendances qui unissent la côte ouest des États-Unis avec le reste du monde.

Dans les sections suivantes, j'essaie de faire un pas de plus. Je m'appuie sur la notion d'*échange écologiquement inégal* pour ajouter à l'approche par la notion de système-monde une dimension écologique qui lui fait traditionnellement défaut (Martinez Alier, 1987, p. 15). Il s'agit ainsi de formuler une métacritique socio-écologique du capitalisme numérique, en repensant la question de l'exploitation à l'aune tant du travail que de la consommation des ressources naturelles.

L'ÉCHANGE ÉCOLOGIQUEMENT INÉGAL

La théorie de l'échange écologiquement inégal conserve de l'analyse des systèmes-mondes l'idée que le capitalisme est structurellement indissociable d'inégalités entre espaces centraux et périphériques, mais elle ne conceptualise pas celles-ci uniquement en termes de division du travail mais aussi comme des destructions infligées aux milieux naturels. Elle se présente en d'autres termes comme la rencontre entre l'analyse des systèmes-monde et l'économie écologique (Hornborg, 1998). L'apport de cette dernière permet de dépasser les théories de l'échange inégal formulées exclusivement sous l'angle d'un transfert de temps de travail depuis les espaces périphériques jusqu'aux espaces centraux, en raison des différents coûts de la main-d'œuvre (Emmanuel, 1972). Pour les théoriciens de l'échange *écologiquement* inégal, le fonctionnement du marché mondial masque ainsi sous une réciprocité apparente l'exploitation du travail *et* l'exploitation des ressources naturelles. Il s'agit donc d'une approche écologique des inégalités au sein du système-monde et, indissolublement, d'une approche territorialisée des dommages environnementaux.

L'une des théories les plus abouties de l'échange écologiquement inégal est celle d'Alf Hornborg, formulée dans de nombreuses publications depuis la fin des années 1990 (Hornborg, 1998 ; 2019 ; 2021). Le géographe suédois y développe une approche résolument matérialiste, mais indépendante de la théorie marxienne de la valeur. Il estime ainsi que ce ne sont pas des valeurs économiques qui font l'objet d'un échange inégal mais des ressources naturelles. Il faut comprendre les implications de cette proposition. Penser l'inégalité en termes de valeur économique suppose de démontrer l'existence d'un écart entre le *prix* que le marché accorde à certaines ressources (travail, matières premières, etc.) et leur *valeur* objective ou intrinsèque, écart qui est à l'origine d'une *plus-value*. Or, selon Hornborg, qu'on la pense en lien avec le travail (comme chez Marx) ou avec l'énergie (comme chez Odum), « toute notion de valeur intrinsèque s'avère être une illusion » (Hornborg, 2021, p. 65). Par conséquent, une théorie de l'échange inégal qui entendrait montrer que certains facteurs de production – les ressources naturelles ou la force de travail – sont rémunérés en dessous de leur « vraie valeur » (ou produisent plus de valeur qu'ils n'en coûtent) est vouée à l'échec. Cela requiert une définition de la valeur indépendante des évaluations qu'en font les acteurs marchands, et aucune théorie ne sait en fait adéquatement fournir une telle définition.

La voie empruntée par Hornborg est donc différente. Il renonce à toute conception substantielle de la valeur « en faveur d'un constat irréfutable :

l'accumulation du capital exige des transferts asymétriques et la destruction irréversible de ressources biophysiques » (Hornborg, 2021, p. 133). Autrement dit, ce qui intéresse Hornborg est la manière dont les conséquences écologiques du développement économique sont systématiquement externalisées par les espaces centraux du système-monde. Ce report à d'autres des conséquences écologiques de la prospérité est permis par l'attribution aux ressources d'un prix sur le marché mondial. Cette inégalité doit toutefois être démontrée non pas en soulignant l'injustice de ces prix, mais en quantifiant des flux de ressources naturelles et de travail et en objectivant ainsi l'*appropriation de ressources biophysiques* réalisée par les centres¹⁰.

Du point de vue descriptif, la théorie de l'échange écologiquement inégal suppose ainsi de recourir à des métriques qui ne sont pas monétaires mais physiques. Dans les travaux empiriques les plus récents issus des thèses d'A. Hornborg, ces métriques concernent quatre types de ressources : les matières premières exportées et incorporées aux biens et services exportés (mesurées en gigatonnes), l'énergie primaire consommée pour la production de ces biens et services (mesurée en exajoules), la surface des terres utilisées (mesurée en hectares) et le travail nécessaire (mesuré en années-hommes) (Dorninger *et al.*, 2021). Pour ces quatre ressources, l'objectif est de quantifier les flux circulant entre espaces périphériques et espaces centraux.

Cette quantification pose de nombreux problèmes épistémologiques et scientifiques, qui vont de la possibilité d'accéder à des données fiables jusqu'à la délimitation des aires géographies pertinentes pour l'analyse (villes, régions, pays, continents). Pour surmonter ces difficultés, une solution consiste à raisonner par groupes de pays, établis en référence à leur produit national brut par habitant. Sur cette base (qui demeure évidemment discutable), la théorie de l'échange écologiquement inégal a pu être validée empiriquement. Il a ainsi été démontré que les pays à hauts revenus « accomplissent une appropriation nette de matières premières, d'énergie, de terres et de travail, tout en générant simultanément un excédent monétaire à partir de ces appropriations nettes » (Dorninger *et al.*, 2021).

10. On notera ici que le travail est considéré par A. Hornborg comme une ressource biophysique. Il écrit ainsi que la force de travail « constitue en réalité une forme d'énergie » (Hornborg, 2021, p. 115) ou encore que « le travail humain ne peut être envisagé sans l'apport de l'énergie lié à l'alimentation et aux ressources de la terre (Hornborg, 2021, p. 92). La discussion de cette approche du travail dépasse l'ambition du présent article.

Sur le plan normatif, la théorie de l'échange écologiquement inégal se présente comme une théorie de l'*exploitation*, pour autant que l'on accepte une définition de ce concept excédant l'approche orthodoxe en termes de « sur-travail » (Marx, 2014). Si l'on y voit plus généralement « la façon dont un petit nombre de gens tire parti de différentiels (qui peuvent être de natures très diverses) afin d'en extraire un profit, au détriment du plus grand nombre » (Boltanski, 2011, p. 26), la théorie de l'échange écologiquement inégal est bien une critique de l'exploitation. A. Hornborg affirme du reste que sa théorie « apporte de la clarté à la préoccupation fondamentale [de la théorie marxiste] pour l'exploitation »¹¹ (Hornborg, 2020). L'un des opérateurs conceptuels centraux de nombreuses métacritiques du capitalisme se trouve ainsi renouvelé, grâce à une approche cherchant à quantifier l'appropriation de ressources biophysiques réalisée par certains territoires plutôt qu'à calculer un différentiel entre valeurs et prix.

Ce renouvellement met en évidence une double injustice : une *injustice distributive* liée aux flux de ressources des périphéries vers les centres ; une *injustice intergénérationnelle* liée aux destructions écologiques globales dont hériteront les générations à venir (Hornborg, 1998). Ces deux aspects sont liés. L'injustice distributive ne peut en effet être corrigée par le « rattrapage économique » progressif des espaces les moins favorisés, dans la mesure où le mode de vie des espaces centraux n'est pas universalisable en raison des limites matérielles de la planète et de l'introuvable découplage entre croissance économique et exploitation des ressources naturelles (Parrique *et al.*, 2019). Le déplacement vers les périphéries des dégradations environnementales accélère ainsi la crise globale, en permettant la perpétuation d'un mode de vie insoutenable dans les centres. L'injustice intergénérationnelle et l'injustice distributive sont bien « les deux faces d'une même pièce »¹² (Hornborg, 1998).

Un dernier aspect intéressant de la théorie de l'échange écologiquement inégal concerne sa pensée de la technique. L'invention et l'innovation n'y apparaissent pas simplement comme l'effet du génie de quelques scientifiques, ingénieurs ou *hackers*, mais comme le résultat des transferts asymétriques de ressources. Selon A. Hornborg, « l'accumulation des infrastructures

11. « *adds clarity to [Marxist theory's] core concern with exploitation* » (traduction de l'auteur).

12. « *two sides of the same coin* » (traduction de l'auteur).

technologiques au cœur du système-monde ne dépend pas d'une capacité d'invention locale et de l'existence d'un entrepreneuriat mais de la variabilité de la valeur financière du travail et des ressources naturelles selon les régions du monde » (Hornborg, 2021, p. 30). L'innovation technologique est ainsi pensée en lien étroit avec l'économie politique du système-monde, comme conditionnée à l'exploitation par les centres des ressources biophysiques issues des périphéries. À cette lumière, le fait technique contemporain apparaît moins comme un gain net d'efficacité que comme l'instrument d'un transfert : « un gain local de temps et d'espace au détriment de temps humain et d'espace naturel perdus dans d'autres parties du système-monde »¹³ (Hornborg, 2019, p. 102).

MATIÈRE ET TERRITOIRE DANS LE CAPITALISME NUMÉRIQUE

En quoi la théorie de l'échange écologiquement inégal peut-elle être utile pour aiguïser une métacritique du capitalisme numérique ? Elle invite tout d'abord à revenir sur la matérialité des échanges économiques, c'est-à-dire sur l'articulation du système-monde et du système Terre (Hornborg et Crumley, 2007). Or le déploiement d'internet et des technologies numériques a depuis les années 1990 régulièrement été associé à l'immatériel et à une émancipation vis-à-vis du territoire, au profit d'un cyberspace où informations et données circuleraient sans entraves et en se jouant des distances physiques (Broca, 2018). L'informatisation et la numérisation ont de ce fait été présentées comme des instruments décisifs de la transition écologique, permettant de surmonter les impasses du mode de développement industriel (Gras et Dubey, 2021). Certaines approches critiques ont du reste participé à la diffusion de ces idées, que ce soit en reprenant le vocabulaire de l'immatériel (Lazzarato, 1996 ; Gorz, 2003) ou en appelant à l'accélération du développement techno-scientifique pour dépasser le capitalisme (Srnicek et Williams, 2015). L'ensemble de ces schèmes discursifs a eu pour effets de masquer la matérialité des infrastructures numériques, de minimiser leur coût écologique et d'occulter la persistance de logiques fortement territorialisées.

Une littérature scientifique fournie a pourtant souligné combien l'idée d'immatérialité du numérique était trompeuse (Flipo *et al.*, 2013 ; Parikka, 2015).

13. « *a local saving of time and space at the expense of human time and natural space lost in other parts of the world-system* » (traduction de l'auteur).

À travers des indicateurs comme le MIPS (*Material Input per Service Unit*) ou l'empreinte écologique, il a été démontré que l'économie mondiale ne s'est nullement dématérialisée depuis les années 1990 mais a au contraire connu une croissance quasi continue des flux de matières et de la pression exercée sur les milieux naturels (Martinez Alier, 2014). S'agissant des activités constituant le cœur du capitalisme numérique, la littérature scientifique a souligné que l'industrie électronique utilise à peu près 18 millions de tonnes de plastique chaque année (Geyer *et al.*, 2017), qu'ordinateurs et smartphones nécessitent plusieurs dizaines de métaux différents dont l'extraction occasionne de graves dommages environnementaux (Pitron, 2018), que l'empreinte carbone des technologies de l'information et de la communication suit une trajectoire extrêmement ascendante (Freitag *et al.*, 2021), ou encore qu'un projet standard d'apprentissage automatique (*machine learning*) émet sur l'ensemble de son cycle de développement environ 284 tonnes d'équivalent CO₂, soit cinq fois les émissions d'une voiture depuis la fabrication jusqu'à la casse (Strubell *et al.*, 2019).

Du fait de ces constats et en raison de la montée des préoccupations écologiques, de nombreux grands acteurs du capitalisme numérique, comme Google, ont pris des engagements spectaculaires pour atteindre la « neutralité carbone », au travers d'investissements massifs dans les énergies renouvelables (Calma, 2020). Ces engagements doivent pourtant être relativisés. D'une part, la « neutralité carbone » est une réalité comptable liée au fonctionnement du marché de l'énergie plus qu'une réalité biophysique. Les grandes entreprises technologiques peuvent en effet réduire sur le papier leurs émissions de gaz à effet de serre, en mettant en œuvre des projets d'énergie renouvelable ou de puits de carbone. Deux logiques distinctes se trouvent ainsi amalgamées par la « neutralité carbone » : la réduction des émissions et leur compensation. D'autre part, la focalisation sur les gaz à effet de serre peut masquer une augmentation de l'empreinte matérielle et écologique globale, dans la mesure où l'empreinte carbone ne prend en compte ni la consommation d'eau, ni la consommation de métaux, ni les destructions infligées aux milieux naturels (Roussilhe, 2021).

On pourra donc interpréter les engagements des grands acteurs du capitalisme numérique de manière plus ou moins bienveillante. Au mieux, ils indiquent le remplacement progressif de l'extractivisme fossile hérité du monde industriel par un extractivisme minéral intensifié, moins gourmand en CO₂ mais néanmoins indissociable d'une hausse vertigineuse de la consommation de certaines ressources (lithium, cobalt, terres rares) et porteur de nouveaux risques

socio-environnementaux. Au pire, ces engagements occultent grâce à des artifices comptables et des plans de communication rodés l'addition de plusieurs formes d'atteintes à l'environnement et l'empilement des périls ; les tensions sur l'approvisionnement en eau et en métaux, les pollutions liées à l'extractivisme minéral et de nouvelles menaces sur la biodiversité venant s'ajouter au problème déjà considérable du réchauffement climatique.

Ces analyses demeurent néanmoins incomplètes si on ne leur adjoint pas une dimension spatiale ou territoriale, et c'est ici que la théorie de l'échange écologiquement inégal prend toute sa valeur. J'en voudrais pour première illustration l'exemple suivant. Longtemps principale mine de terres rares au monde, le site de Mountain Pass en Californie a progressivement réduit ses activités à partir de 1995, jusqu'à sa fermeture en 2002 du fait de sa difficulté à respecter les réglementations environnementales états-uniennes et de la concurrence croissante des mines chinoises (Pitron, 2018, p. 88-92). Au moment où les nouvelles technologies s'apprêtent à faire exploser la demande de ces métaux, la Californie renonce ainsi à une ressource décisive, mais dont l'extraction est très polluante et dangereuse pour les populations locales. Elle laisse à la Chine le rôle de fournir à ses industries de pointe les matières premières qui lui sont indispensables. Il y a là un exemple parlant de la manière dont les dommages environnementaux liés au capitalisme numérique tendent à être relégués au sein d'espaces périphériques ou semi-périphériques.

Cet unique exemple demeure néanmoins insuffisant pour démontrer la pertinence générale de la théorie de l'échange écologiquement inégal. Il faut pour ce faire parvenir à une quantification à la fois plus précise et plus globale des flux de matières et de travail imputables au déploiement du capitalisme numérique. Disons-le tout net, de telles mesures demeurent à l'heure actuelle incomplètes. En effet, « les études globales offrent une version partielle de l'empreinte environnementale du numérique à cause d'une sous-estimation de l'impact de la fabrication, de l'absence de données de référence issues de l'écosystème asiatique et de l'omission de nouvelles tendances influant sur la croissance du secteur (IoT, Blockchain) » (Roussilhe, 2021, p. 4). Quelques faits demeurent néanmoins solidement établis. Guillaume Pitron a montré qu'au lieu « d'assumer le leadership des métaux rares, l'Occident a préféré transférer leur production – et la pollution associée – vers des pays pauvres prêts à sacrifier leur environnement pour s'enrichir » (Pitron, 2018, p. 87). Nicholas Theis a souligné que « seul un petit nombre de pays reçoit une quantité disproportionnée de déchets électroniques, et ces pays tendent à être des nations semi-périphériques, ce qui accrédite l'idée d'échange écologiquement

inégal »¹⁴ (Theis, 2020). Sy Taffel a relevé que « la cartographie des flux d'énergie et de matière requis pour l'extraction et l'analyse de données à grande échelle illustre le caractère significatif et inégalement distribué des dommages sociaux et écologiques associés au capitalisme numérique »¹⁵ (Taffel, 2021). Kate Crawford a enfin décrit comment « l'intelligence artificielle est née dans les lacs salés de Bolivie et les mines du Congo, et construite à partir des bases de données labellisées par des travailleurs du clic [...] » (Crawford, 2021, p. 218). Malgré les limites des données disponibles, de nombreux éléments empiriques permettent donc d'accréditer l'idée d'échange écologiquement inégal au sein du capitalisme numérique. Reste alors à préciser comment ce constat d'une inégalité peut se transformer en dénonciation d'une injustice.

L'EXPLOITATION AU SEIN DU CAPITALISME NUMÉRIQUE

La notion d'échange écologiquement inégal conduit en premier lieu à déplacer l'attention vers des acteurs de la critique ordinaire souvent négligés lorsqu'il est question des contestations de la Silicon Valley. Les mouvements de mineurs dans les Suds peuvent par exemple être vus comme des contestations du capitalisme numérique, dans la mesure où les activités en jeu conditionnent l'existence des infrastructures technologiques contemporaines. Les conditions sociales et environnementales dans lesquelles elles s'exercent sont de plus liées au fonctionnement général du système-monde, et notamment aux pressions économiques que les acteurs centraux ont le pouvoir d'exercer tout au long des chaînes de valeur. La critique de la Silicon Valley ou des GAFAM est donc loin de se jouer uniquement dans les mobilisations des *Tech Workers*, les actions des travailleurs de plateforme ou dans les arènes politiques et militantes du Nord où la surveillance de masse et les pratiques monopolistiques sont régulièrement dénoncées. Dans la mesure où l'informatisation et la robotisation sont « le produit et l'instrument de l'extraction »¹⁶ (Riofrancos, 2020), les luttes contre l'extractivisme (Bednik, 2016 ; Arboleda, 2020) – qu'elles prennent place dans les réserves de lithium au Chili, dans les

14. « *only a few countries receive a disproportionate amount of electronic waste trades, and these countries tend to be semi-peripheral nations, providing support for ecologically unequal exchange* » (traduction de l'auteur).

15. « *mapping the flows of energy and materials required for large-scale data extraction and analysis illustrates the significant and unevenly distributed ecological and social harms associated with digital capitalism* » (traduction de l'auteur).

16. « *the product and instrument of extraction* » (traduction de l'auteur).

mines de coltan au Congo ou à propos de l'exploitation des terres rares en Chine – sont aussi des luttes contre le capitalisme numérique. En ce sens, la théorie de l'échange écologiquement inégal invite à décentrer la critique et à approfondir la remise en cause de l'occidentalo-centrisme amorcée par l'analyse des systèmes-monde.

Un autre apport de ce cadrage conceptuel est de nourrir une approche de la technique en rupture avec le discours dominant sur la transition écologique. Plusieurs technologies développées par les grands acteurs du capitalisme numérique apparaissent en effet, non comme de véritables économies de travail humain et de ressources naturelles, mais comme un transfert de ces charges vers les espaces périphériques. On peut en donner deux illustrations. La première concerne l'intelligence artificielle, largement associée depuis dix ans à une nouvelle vague d'automatisation et à une diminution des besoins en travail humain (Frey et Osborne, 2013). Dans la lignée de plusieurs autres travaux, la théorie de l'échange écologiquement inégal suggère que le travail économisé en aval par l'intelligence artificielle du fait de l'automatisation de certaines tâches n'est en fait que l'envers d'une quantité colossale de travail en amont (constitution de bases de données, nettoyage, annotation, vérification, etc.), souvent réalisé dans les Suds (Tubaro *et al.*, 2020).

Un deuxième exemple est celui des transports électriques et autonomes, au développement desquels plusieurs grands acteurs du capitalisme numérique (comme Tesla, Uber et Alphabet) consacrent depuis plusieurs années des sommes importantes. Alors que ces nouvelles formes de mobilité urbaine, associées au concept de *smart city*, sont en général présentées comme des moyens d'améliorer la qualité de transport, de lutter contre la congestion automobile et de réduire la pollution (Nikitas *et al.*, 2020), la théorie de l'échange écologiquement inégal suggère qu'elles ne font en réalité que déplacer l'empreinte écologique liée aux transports. En effet, si ces technologies sont susceptibles de réduire la pollution dans les grands centres urbains, elles requièrent une quantité d'électricité considérable (du fait de leur consommation directe, mais aussi de la masse de données qu'elles impliquent de traiter et de stocker), ainsi que de très nombreuses matières premières pour la fabrication de leurs capteurs, caméras, lidars, batteries et processeurs embarqués (Izoard, 2020, p. 32). Or ces activités extractives et industrielles ont, répétons-le, majoritairement lieu dans les périphéries du système-monde.

D'un point de vue plus théorique, les notions de système-monde et d'échange écologiquement inégal permettent de poser les bases d'une nouvelle théorie de

l'exploitation au sein du capitalisme numérique. Dans la littérature scientifique récente, la notion de « *digital labour* » a initié un renouveau des approches de l'exploitation (Haber, 2018). Les métacritiques qui en sont issues, celle de Christian Fuchs (2014) notamment, se sont néanmoins heurtées à des objections de taille (Gandini, 2021). On leur a reproché de reprendre une définition marxiste orthodoxe de l'exploitation¹⁷, dans un contexte où les formes de travail non salarié mises en lumière rompent avec le contexte socio-historique où cette théorie de l'exploitation pouvait être valide (Broca, 2017a). On leur a également reproché d'adopter une approche extensive et surplombante de la notion de travail, sans considération pour le fait que certaines formes de « *digital labour* » ne sont pas considérées comme du travail par celles et ceux qui les accomplissent (Broca, 2017b).

La théorie de l'échange écologiquement inégal ouvre quelques perspectives pour sortir de ces difficultés. En fondant la démonstration des situations d'exploitation sur des mesures biophysiques, elle dévoile une injustice globale dont l'existence peut être empiriquement démontrée, sans que cela implique de se prononcer sur la validité actuelle de la théorie marxienne de la valeur. Elle permet également d'introduire les préoccupations écologiques dans les approches de l'exploitation. Un tel ajout se justifie par l'importance aujourd'hui peu discutable des questions environnementales. Cela ouvre aussi la voie à un rapprochement entre deux traditions critiques souvent présentées comme antagonistes : la critique sociale marxienne et la critique écologique de la technique. On a beaucoup reproché à la première de reconduire le productivisme industriel et d'adhérer à une forme de déterminisme technologique. La seconde, telle qu'elle s'exprime par exemple chez Ellul, a quant à elle été accusée de négliger la question des rapports de classe et des luttes sociales. Il faut, je crois, dépasser ces oppositions, afin de formuler une métacritique du capitalisme numérique à même d'associer la critique des rapports de production et la critique écologique de la technique. C'est à cela que peuvent à mon sens contribuer les notions de « système-monde » et d'« échange écologiquement inégal ».

17. Je précise ici que la discussion des différentes interprétations de la notion d'exploitation chez Marx, depuis les approches strictement quantitatives jusqu'à celles rapprochant les notions d'exploitation et d'aliénation, excède de loin l'ambition de cet article.

CONCLUSION

Aborder le capitalisme numérique comme un système-monde fondé sur des échanges écologiquement inégaux constitue une approche résolument interdisciplinaire, dans la lignée des épistémologies défendues par Wallerstein et A. Hornborg. L'intérêt scientifique de ce type d'approche est de dépasser la tendance des sciences sociales au cloisonnement disciplinaire et à l'hyperspécialisation, afin de permettre l'intelligibilité globale d'une situation sociale et historique. Une telle démarche me semble aujourd'hui requise si l'on souhaite élaborer une métacritique du capitalisme numérique à même d'articuler critique sociale et critique écologique. J'ai ainsi proposé dans cet article quelques outils théoriques pour analyser le pouvoir des grandes firmes technologiques de la côte ouest, en tant qu'il est porteur d'un péril écologique global *et* d'injustices distributives qui se jouent à différentes échelles. J'ai notamment voulu insister sur l'intérêt d'élaborer une théorie de l'exploitation indépendante d'une théorie de la valeur.

Cette théorie permet de formuler l'hypothèse suivante : *« au sein du capitalisme numérique, la valeur économique qu'un territoire retire d'une activité tend à être inversement proportionnelle aux dommages environnementaux subis du fait de cette même activité »*. Ainsi, dans les aires géographiques spécialisées dans l'innovation, où se concentrent les « intangibles », la numérisation du monde produit des impacts relativement modérés sur les milieux, tout en engendrant une prospérité accrue. À l'inverse, les espaces qui prennent en charge la majeure partie des activités extractives et des processus industriels de fabrication liés à la numérisation subissent des atteintes majeures à l'environnement, tout en captant une faible part de la valeur économique d'ensemble. On peut ainsi se demander si le capitalisme numérique n'exacerbe pas les inégalités territoriales, plus encore que les stades précédents du capitalisme. Alors que les régions où s'est déployé le processus d'industrialisation aux XIX^e et XX^e siècles ont payé leur prospérité d'un lourd tribut social *et* écologique, les espaces qui bénéficient aujourd'hui le plus de la transformation numérique de l'économie semblent avoir externalisé la majeure partie des nuisances environnementales et des emplois déqualifiés qui y sont associés. C'est ce qu'illustre notamment l'histoire de la Silicon Valley, passée en quelques décennies des activités industrielles polluantes liées à la fabrication des semi-conducteurs à une focalisation quasi exclusive sur le *software* et les services Web.

L'hypothèse d'une relation inversement proportionnelle entre valeur économique captée et dommages environnementaux subis demande néanmoins

encore à être confirmée de manière rigoureuse et systématique. Il faut par ailleurs y voir l'énoncé d'une *tendance* du capitalisme actuel, et non une loi ne souffrant aucune exception. J'ajoute enfin qu'en défendant une approche de l'exploitation fondée sur des mesures biophysiques, le risque est de succomber à une forme de réductionnisme physique, c'est-à-dire de faire comme si des injustices multidimensionnelles pouvaient être naturalisées, quantifiées et rendues commensurables. Il ne faut pas, à mon sens, faire cette lecture maximaliste de la théorie de l'échange écologiquement inégal. Celle-ci n'est certainement pas la clé qui ouvre toutes les portes. Je crois néanmoins qu'une métacritique formulée en ces termes peut contribuer à l'analyse des inégalités contemporaines ainsi qu'au débat, qui devrait être démocratique, sur les technologies dont nous voulons et celles dont nous ne voulons pas. Elle est, me semble-t-il, complémentaire avec les « critiques locales et spécifiques des différents dispositifs » (Beuscart, 2019, p. 33), formulées par différents acteurs sociaux : ONG, syndicats, collectifs militants, lanceurs d'alertes, etc. Elle invite en tout cas à regarder ce qui se joue dans les périphéries du système-monde et à déplacer l'attention vers des questions, des contestations et des personnes souvent négligées par les spécialistes du numérique.

RÉFÉRENCES

- ABDELNOUR S., BERNARD S. (2018), « Vers un capitalisme de plateforme ? Mobiliser le travail, contourner les régulations », *La Nouvelle revue du travail*, n° 13, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://journals.openedition.org/nrt/3734> (consulté le 13/12/2021).
- ARBOLEDA M. (2020), *Planetary Mine: Territories of Extraction under Late Capitalism*, Londres, Verso.
- ARRIGHI G. (2010), *The Long Twentieth Century. Money, Power, and the Origins of Our Times*, Londres, Verso.
- ATAL M. R. (2020), « The Janus faces of Silicon Valley », *Review of International Political Economy*, vol. 28, n° 2, p. 336-350.
- BEDNIK A. (2016), *Extractivisme. Exploitation industrielle de la nature : logiques, conséquences, résistances*, Lyon, Le Passager clandestin.
- BELLER J. (2021), *The World Computer. Derivative Conditions of Racial Capitalism*, Durham et Londres, Duke University Press.
- BEUSCART J. S. (2019), *Les deux corps du consommateur numérique. Décrire et critiquer les accompagnements marchands*, mémoire pour l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches, vol. 2, Université Toulouse Jean Jaurès.
- BIRCH K., COCHRANE D. T. (2021), « Big Tech: Four Emerging Forms of Digital Rentiership », *Science as Culture*, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1080/09505431.2021.1932794> (consulté le 13/12/2021).
- BIRCH K., MUNIESA F. (2020), *Assetization: Turning Things into Assets in Technoscientific Capitalism*, Cambridge, MA, The MIT Press.
- BOLTANSKI L. (2011), *De la critique. Précis de sociologie de l'émancipation*, Paris, Gallimard.
- BRAUDEL F. (1988), *La dynamique du capitalisme*, Paris, Champs Flammarion.
- BRENNER N. (1999), « Beyond state-centrism? Space, territoriality, and geographical scale in globalization studies », *Theory and Society*, vol. 28, p. 39-78.
- BROCA S. (2017a), « Le digital labour : l'hybridation des marxismes et ses fragilités théoriques », *Poli*, n° 13, p. 26-38.
- BROCA S. (2017b), « Le digital labour, extension infinie ou fin du travail ? », *Tracés*, n° 32, p. 133-144.
- BROCA S. (2018), « Matière et territoire dans la culture du logiciel libre », *Géographie, économie, société*, vol. 20, n° 1, p. 15-32.
- BROCA S. (2019), « Surveiller et prédire. Recension de l'ouvrage de Shoshana Zuboff, *The Age of Surveillance Capitalism* », *La Vie des idées*, 7 mars.

- BRUYÈRE M. (2020), « La part sombre de l'industrie : la relocalisation industrielle à l'heure du capitalisme numérique », *Les économistes atterrés* (blog), 2 juin.
- BUNKER S. (1985), *Underdeveloping the Amazon: Extraction, unequal exchange, and the failure of the modern state*, Chicago, University of Chicago Press.
- CALMA J. (2020), « Google announced one of the biggest green pledges from tech yet », *The Verge*, 14 septembre.
- CASILLI A. (2019), *En attendant les robots. Enquête sur le travail du clic*, Paris, Seuil.
- CASTELLS M. (1998), *La société en réseaux*. Tome 1 : *L'Ère de l'information*, Paris, Fayard.
- CHRISTOPHERS B. (2020), *Rentier Capitalism. Who Owns the Economy, and Who Pays for It?*, Londres, Verso.
- CRAWFORD K. (2021), *Atlas of AI*, New Haven-Londres, Yale University Press.
- DORNINGER C. *et al.* (2021), « Global patterns of ecologically unequal exchange : Implications for sustainability in the 21st century », *Ecological Economics*, vol. 179, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800920300938> (consulté le 13/12/2021).
- DUBEY G., GRAS A. (2021), *La servitude électrique. Du rêve de liberté à la prison numérique*, Paris, Seuil.
- DURAND C. (2018), « L'envers de l'économie numérique : un capitalisme intellectuel monopoliste », note de recherche IFRIS, n° 7, février.
- DURAND C. (2020), *Techno-féodalisme. Critique de l'économie numérique*, Paris, Zones, La Découverte.
- DUSSEL E. (1998), « Beyond eurocentrism: the world system and the limits of modernity », in F. JAMESON et M. MIYOSHI, *The Cultures of Globalization*, Durham (NC), Duke University Press, p. 3-37.
- EMMANUEL A. (1972), *Unequal exchange: A study of the imperialism of trade*, New York, Monthly Review Press.
- FLICHY P. (2001), *L'imaginaire d'Internet*, Paris, La Découverte.
- FLIPO F. (2021), *La numérisation du monde. Un désastre écologique*, Paris, L'Échappée.
- FLIPO F., DOBRÉ M., MICHOT M. (2013), *La face cachée du numérique. L'impact environnemental des nouvelles technologies*, Montreuil, L'Échappée.
- FOSTER J. B., McCHESNEY R. (2014), « Surveillance Capitalism. Monopoly-Finance Capital, the Military-Industrial Complex, and the Digital Age », *Monthly Review*, vol. 66, n° 7.
- FREITAG C. *et al.* (2021), « The climate impact of ICT : A review of estimates, trends and regulations », arXiv preprint, arXiv:2102.02622.

- FREY C. B., OSBORNE M. (2013), *The Future of Employment. How susceptible are jobs to computerisation?*, Oxford Martin Programme on Technology and Employment, [en ligne] disponible à l'adresse : http://sep4u.gr/wp-content/uploads/The_Future_of_Employment_ox_2013.pdf (consulté le 14/06/2021)
- FUCHS C. (2014), *Digital Labour and Karl Marx*, New York, Routledge.
- GANDINI A. (2021), « Digital Labour: an empty signifier? », *Media, Culture & Society*, vol. 43, n° 2, p. 369-380.
- GEYER R., JAMBECK J. R., LAW K. L. (2017), « Production, use, and fate of all plastics ever made », *Science Advances*, vol. 3, n° 7, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782> (consulté le 13/12/2021).
- GORZ A. (2003), *L'immatériel. Connaissance, valeur et capital*, Paris, Galilée.
- HABER S. (2018), « Actualité et transformation du concept d'exploitation. L'exemple du "travail numérique" », *Actuel Marx*, n° 63, p. 70-85.
- HORNBORG A. (1998), « Towards an ecological theory of unequal exchange: Articulating world system theory and ecological economics », *Ecological Economics*, vol. 25, n° 1, p. 127-136.
- HORNBORG A., CRUMLEY C. (2007), *The world system and the Earth system: Global socioenvironmental change and sustainability since the Neolithic*, Walnut Creek, CA, Left Coast Press.
- HORNBORG A. (2019), *Nature, Society, and Justice in the Anthropocene. Unraveling the Money-Energy-Technology Complex*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HORNBORG A. (2020), « The siren call of posthumanism: a rejoinder to Cox, *Historical Materialism* », 30 octobre, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://www.historicalmaterialism.org/blog/siren-call-posthumanism-rejoinder-to-cox> (consulté le 14/06/2021).
- HORNBORG A. (2021), *La magie planétaire. Technologies d'appropriation de la Rome antique à Wall Street*, Paris, Divergences.
- IZOARD C. (2020), *Merci de changer de métier. Lettres aux humains qui robotisent le monde*, Montreuil-sous-Bois, Éditions de la dernière lettre.
- KENNEY M., ZYSMAN J. (2020), « The platform economy: restructuring the space of capitalist accumulation », *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 13, n° 1, p. 55-76.
- LAZZARATO M. (1996), « Immaterial Labor », in P. VIRNO, M. HARDT, *Radical Thought in Italy: A Potential Politics*, Minneapolis, MN, University of Minnesota Press.
- LÉCUYER C. (2007), *Making Silicon Valley Innovation and the Growth of High Tech, 1930-1970*, Cambridge, MA, The MIT Press.

- MACMILLAN COTTOM T. (2020), « Where Platform Capitalism and Racial Capitalism Meet: The Sociology of Race and Racism in the Digital Society », *Sociology of Race and Ethnicity*, vol. 6, n° 4, p. 441-449.
- MARTINEZ ALIER J. (1987), *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*, Oxford, Blackwell.
- MARTINEZ ALIER J. (2014), *L'écologisme des pauvres. Une étude des conflits environnementaux dans le monde*, Paris, Les Petits Matins.
- MARX K. (2014), *Le Capital. Livre I*, Paris, PUF.
- MAZZUCATO M. (2013), *The Entrepreneurial State: debunking public vs. private sector myths*, Londres, Anthem Press.
- MAZZUCATO M. (2018), *The Value of Everything. Making and Taking in the Global Economy*, Londres, Allen Lane.
- MOULIER BOUTANG Y. (2007), *Le capitalisme cognitif. La nouvelle grande transformation*, Paris, Éditions Amsterdam.
- NIKITAS A. *et al.* (2020), « Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era », *Sustainability*, vol. 12, n° 7, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.3390/su12072789> (consulté le 13/12/2021).
- O'MARA M. (2019), *The Code: Silicon Valley and the Remaking of America*, New York, Penguin Press.
- PARIKKA J. (2015), *A Geology of Media*, Minneapolis, University of Minnesota Press.
- PARRIQUE T. *et al.* (2019), *Decoupling debunked. Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability*, European Environmental Bureau, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://eeb.org/library/decoupling-debunked/> (consulté le 13/12/2021).
- PITRON G. (2018), *La guerre des métaux rares. La face cachée de la transition énergétique et numérique*, Paris, Les Liens qui libèrent.
- QIU J. (2016), *Goodbye iSlave. A Manifesto for Digital Abolition*, Urbana, IL, University of Illinois Press.
- RIKAP C., LUNDVALL B. A., (2020), « Big tech, knowledge predation and the implications for development », *Innovation and Development*, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1080/2157930X.2020.1855825> (consulté le 13/12/2021).
- RIOFRANCOS T. (2020), « Seize and Resist. The global supply chain is up for grabs », *The Baffler*, n° 54, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://thebaffler.com/salvos/seize-and-resist-riofrancos> (consulté le 14/06/2021).
- ROBERTS S. T. (2020), *Derrière les écrans. Les nettoyeurs du Web à l'ombre des réseaux sociaux*, Paris, La Découverte.

ROUSSILHE G. (2021), *Que peut le numérique pour la transition écologique ? État des lieux de l'empreinte écologique du numérique et étude de ses impacts positifs annoncés pour la transition*, mars, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://gauthier-roussilhe.com/pdf/NTE-Mars2021.pdf> (consulté le 14/06/2021).

SABEEL R. K., THELEN K. (2019), « The Rise of the Platform Business Model and the Transformation of Twenty-First-Century Capitalism », *Politics & Society*, vol. 47, n° 2, p. 177-204.

SCHILLER D. (1999), *Digital Capitalism. Networking the Global Market System*, Cambridge, MA, The MIT Press.

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

SRNICEK N., WILLIAMS A. (2015), *Inventing the future. Postcapitalism and a World Without Work*, Londres, Verso.

STAAB P. (2019), *Digitaler Kapitalismus – Markt und Herrschaft in der Ökonomie der Unknappheit*, Berlin, Suhrkamp.

STRUBELL E., GANAYA A., MCCALLUM A. (2019), « Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP », *Association for Computational Linguistics*, Florence (Italie), arXiv:1906.02243.

TAFFEL S. (2021), « Data and oil: Metaphor, materiality and metabolic rifts », *New Media & Society*, p. 1-19.

THEIS N. (2020), « The Global Trade in E-Waste: A Network Approach », *Environmental Sociology*, vol. 7, n° 1, p. 76-89.

TUBARO P., CASILLI A., COVILLE M. (2020), « The trainer, the verifier, the imitator: Three ways in which human platform workers support artificial intelligence », *Big Data & Society*, [en ligne] disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1177/2053951720919776> (consulté le 13/12/2021).

VERCELLONE C. (2008), « La thèse du capitalisme cognitif : une mise en perspective historique et théorique », in G. COLLETIS et B. PAULRÉ, *Les nouveaux horizons du capitalisme : pouvoirs, valeurs temps*, Paris, Economica.

WALLERSTEIN I. (2000), *The Essential Wallerstein*, New York, The New Press.

WALLERSTEIN I. (2006), *Comprendre le monde. Introduction à l'analyse des systèmes-monde*, Paris, La Découverte.

ZUBOFF S. (2020), *L'Âge du capitalisme de surveillance*, Honfleur, Zulma.