



HAL
open science

L'Entropie du Numérocène Quelques reflexions sur la Révolution Numérique et l'Anthropocène

Stéphane Grumbach

► **To cite this version:**

Stéphane Grumbach. L'Entropie du Numérocène Quelques reflexions sur la Révolution Numérique et l'Anthropocène. Stéphane Grumbach, Olivier Hamant, Julie Le Gall, Ioan Negrutiu. Anthropocène, à l'école de l'indiscipline, , pp.1-13, 2019. hal-02021716

HAL Id: hal-02021716

<https://inria.hal.science/hal-02021716>

Submitted on 16 Feb 2019

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.

L'Entropie du Numérocène

Quelques réflexions sur la Révolution Numérique et l'Anthropocène

Stéphane Grumbach

INRIA & ENS Lyon

Chapitre du livre Anthropocène, à l'école de l'indiscipline.

Stéphane Grumbach, Olivier Hamant, Julie Le Gall, Ioan Negrutiu (Eds). Editions du temps circulaire, Janv. 2019

Quel rapport y a-t-il entre l'Anthropocène et la révolution numérique ?

L'Anthropocène est une ère caractérisée par une évolution de l'écosystème de la planète liée aux activités humaines. Si le commencement de cette ère fait débat¹, entre le développement de l'agriculture, la révolution industrielle, ou la première explosion nucléaire, la popularisation du concept en lui-même date de son emploi par le chimiste Paul Crutzen², spécialiste de l'atmosphère à partir de 2000. La conscience de l'interdépendance croissante entre les activités humaines et l'écosystème naturel se fait jour progressivement à partir des années 1970, à la fois dans le domaine économique avec le rapport sur les «limites de la croissance», publié par le Club de Rome³, et également dans le domaine scientifique avec le développement d'approches systémiques des interactions entre l'économie, les populations et l'écosystème, comme celle proposée par Forrester⁴.

Le numérique quant à lui pénètre la société à partir des années 1990, avec l'adoption rapide de services en ligne tout à fait nouveaux, comme le moteur de recherche puis les réseaux sociaux, portés par de nouveaux acteurs, les grandes plateformes d'intermédiation. Cette évolution est rendue possible par la connexion de tous les ordinateurs du monde à un réseau commun, Internet, qui se déploie à partir des années 1970, et par le développement des standards du Web⁵ pour les données et les protocoles d'échange au début des années 1990. A partir des années 2000, le déploiement de petits appareils intégrés comme les smartphones permet la connexion progressive

¹ Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Williams, M., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., ... & Haff, P. K. (2015). When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, 383, 196-203.

² Crutzen, P. J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, 415(6867), 23-23.

³ Meadows, D., et al. (1972) "The limits to growth." A Report to the Club of Rome. <https://www.clubofrome.org/report/the-limits-to-growth/>

⁴ Forrester JW (1971) *World dynamics*, volume 59. Wright-Allen Press Cambridge, MA.

⁵ Berners-Lee, T., Cailliau, R., Groff, J. F., & Pollermann, B. (2010). World-wide web: The information universe. *Internet Research*, 20(4), 461-471.

des humains, et plus généralement des objets technologiques, au réseau global, auquel sont également connectées les institutions. On parle alors de “révolution numérique”, tant la transformation de la société paraît importante.

Une contemporanéité contingente ?

Alors quel rapport⁶ y a-t-il entre l'Anthropocène et la révolution numérique ? La première observation qui s'impose est que les deux phénomènes sont contemporains. De plus, il s'agit, dans les deux cas, de transformations qui affectent l'organisation socio-économique, et autant qu'on puisse en juger, de manière très sérieuse. On ne peut que s'interroger bien sûr sur cet accident de l'histoire. A moins que ce ne soit pas un accident justement. Avant de s'aventurer dans des interprétations téléologiques du développement et de l'utilisation des technologies, il convient sans doute de faire quelques observations complémentaires sur ces deux phénomènes, l'appréhension qu'on peut en avoir, les débats qu'ils suscitent et ce qu'on peut anticiper de leur potentielles conséquences sur l'organisation des sociétés humaines.

La contemporanéité de ces deux transformations a pour premier corollaire que l'une ne se fera pas sans l'autre et réciproquement. Les efforts des sociétés face aux changements de l'écosystème de la planète, en vue d'une part de l'adaptation — la prise en compte des effets — et d'autre part de l'atténuation⁷ — la tentative de modifier les causes — se feront sinon grâce au moins avec les systèmes numériques. Ceux-ci contribuent à la fois à la mesure de l'état de l'écosystème, mais également à son contrôle en temps réel en particulier au moyen des interactions avec les systèmes socio-économiques. De l'autre côté, les plateformes numériques, de par leur implication croissante dans la société à tous les niveaux, voient leurs responsabilités globales croître. Elles jouent, à la demande tant des personnes que des Etats, un rôle de plus en plus central dans le traitement des grandes causes mondiales, comme celles liées à la sécurité sous toutes ses formes, propagande, terrorisme, cyber-défense.

L'Anthropocène et la révolution numérique n'ont donc d'autres libertés que de se déployer dans le même espace spatio-temporel. Mais la relation entre les deux transformations est plus étroite qu'une simple co-existence. Les parallèles sont frappants, et au-delà l'interdépendance des deux phénomènes est forte.

Données et modèles

La connaissance même de l'Anthropocène, de l'évolution de l'écosystème naturel, repose sur des données massives. On pourrait presque dire sans le numérique pas d'Anthropocène, mais seulement une dégradation partiellement connue des écosystèmes naturels. Pas d'appréhension

⁶ Les termes Anthropocène et numérique sont employés de manière volontairement un peu vague tout au long de l'article. Ils connaissent des acceptions fluctuantes au gré des points de vue, la nature, l'humain, la technologie, etc. et de l'intention, de la connaissance scientifique à l'économie politique.

⁷ Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Differences, similarities and complementarities between adaptation and mitigation
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch18s18-1-2.html

des interdépendances complexes, des boucles de rétroactions, positives ou négatives, entre des ordres encore très étrangers, naturels et sociaux, mais seulement des changements stratigraphiques dus à l'activité humaine. L'état de l'écosystème de la planète n'est en effet connu qu'au travers de données couvrant à la fois la géographie sur l'intégralité de la planète, ou tout au moins un ensemble de zones le plus extensif possible, et l'histoire, par consolidation des relevés humains anciens et des données stratigraphiques contemporaines. Ces données sont récoltées au moyen de capteurs, stockées dans des centres de données, et traitées de manière algorithmique. Elles sont à l'origine de la construction de modèles, basés sur des causalités scientifiquement établies ou parfois seulement sur de simples corrélations, qui permettent de faire des prédictions pour le futur.

Les modèles du fonctionnement de la nature sont désormais nombreux. Ils concernent en général un domaine d'application particulier pour une échelle de granularité donnée, comme la météorologie par exemple qui, pour son importance pour les activités humaines, a été très tôt à l'origine à la fois de modèles complexes⁸ et d'investissements exceptionnels dans les capacités de récolte de données et de calcul. Certains domaines font l'objet de projet de modélisation d'ambition pharaonique, comme le fonctionnement du cerveau⁹ par exemple. Les approches holistiques complexes attirent une part croissante de la communauté scientifique, qui tente de répondre à la question qui devrait nous importer le plus, à savoir la situation de l'écosystème naturel et les scénarios possibles pour l'humanité. Certains travaux essaient d'établir des frontières ou seuils¹⁰ dans les transformations physico-chimiques à ne pas franchir pour éviter l'effondrement des écosystèmes, voire de l'écosystème global de la planète¹¹. Une synthèse des connaissances et des modèles est maintenant rassemblée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC¹².

C'est une nouvelle démarche scientifique, et plus largement culturelle¹³, qui se fait jour, qui cherche à appréhender la complexité plutôt que d'essayer de la réduire, en tentant de comprendre les interdépendances entre les phénomènes, pour pouvoir les exploiter positivement. L'exemple peut-être le plus emblématique de cette compréhension complexe est sans doute le modèle

⁸ Bauer, P., Thorpe, A., & Brunet, G. (2015). The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature*, 525(7567), 47-55.

⁹ Human Brain Project. H2020 FET Flagship. <https://www.humanbrainproject.eu/en/>

¹⁰ Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Nykvist, B. (2009). A safe operating space for humanity. *nature*, 461(7263), 472-475.

¹¹ Barnosky AD, Hadly EA, Bascompte J, Berlow EL, Brown JH, Fortelius M, Getz WM, Harte J, Hastings A, Marquet PA et al. (2012) Approaching a state shift in earth/'s biosphere. *Nature* 486(7401): 52–58.

¹² IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

¹³ Latour, B. (2015). Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique. La découverte.

proposé par Lovelock et ses collègues¹⁴, appelée l'hypothèse Gaia, pour le système de refroidissement de la terre, avec le cycle biogéochimique — augmentation de la production de phytoplancton avec la chaleur, augmentation des nuages avec le sulfure atmosphérique dégagé par le plancton, et donc de l'albedo, la réflexion des rayons solaires, qui contribue à diminuer le réchauffement.

Des systèmes complexes

Il y a entre l'Anthropocène et le numérique cette similarité remarquable : la complexité. Elle résulte d'un développement exponentiel des interdépendances — ou simplement de la connaissance des interdépendances — entre les acteurs et les phénomènes au sein de réseaux dynamiques, en constante évolution. Pour l'Anthropocène, la connaissance croissante des interdépendances entre les systèmes socio-économiques et l'écosystème naturel, pour ne pas mentionner les interactions propres aux écosystèmes naturels, augmente non seulement la complexité de notre compréhension, celle des modèles, mais également celle de l'action. Une relation plus harmonieuse avec l'écosystème naturel impose la prise en compte de ces interdépendances, l'acceptation d'une complexité croissante, dans une appréhension holistique des plans économique et naturel. La permaculture constitue un exemple concret de l'exploitation de la complexité de l'écosystème pour des objectifs de production et de résilience, en opposition avec la simplicité de la monoculture, symbole de la modernité, du rendement et de l'efficacité, qui résulte d'une domestication de la nature au moyen de la chime. Les nouvelles formes d'administration des villes, favorisant les initiatives ascendantes décentralisées, induisent également une complexité, presque organique¹⁵, qui s'oppose à une planification centralisée.

Pour le numérique, le développement des réseaux dynamiques d'interconnexion portés par les grandes plateformes d'intermédiation, multiplie les possibilités d'interaction entre les acteurs, personnes comme dispositifs technologiques, en augmentant mécaniquement leur interdépendance. Les marchés bifaces¹⁶, qui mettent en relation des producteurs et des consommateurs de services, sont progressivement pris en main par des plateformes d'intermédiation¹⁷ sur la base exclusive des données. Elles permettent de mettre en relation avec une très grande efficacité des acteurs qui n'avaient encore jamais interagi, et sans faire appel à des intermédiaires locaux. C'est le cas désormais pour le recours à de nombreux services

¹⁴ Charlson, R. J., Lovelock, J. E., Andreae, M. O., & Warren, S. G. (1987). Oceanic phytoplankton, atmospheric sulphur, cloud albedo and climate. *nature*, 326(6114), 655.

¹⁵ Batty, M. (2005). *Cities and complexity*. Massachusetts: MIT.

¹⁶ Rochet, J. C., & Tirole, J. (2003). Platform competition in two-sided markets. *Journal of the european economic association*, 1(4), 990-1029.

¹⁷ Grumbach, S. (2015). Qu'est-ce que l'intermédiation algorithmique?. 1024—Bulletin de la société informatique de France, (7).
<http://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2015/12/1024-no7-Grumbach.pdf>

(transports, aide à domicile, etc.); le partage¹⁸ des biens matériels, mobiles ou non; et également le partage du travail, permettant d'offrir sa capacité de travail aussi bien localement qu'à distance.

Si la science des réseaux¹⁹ connaît une telle envolée aujourd'hui, c'est précisément à cause de l'importance croissante du réseau comme mode d'organisation. Les réseaux pénètrent l'ensemble des champs disciplinaires de l'activité académique, accompagnant une transformation de notre regard, centré sur les échanges entre les parties, et par conséquent de plus en plus inscrit dans la dynamique des phénomènes, plutôt que dans la description statique des états, la physiologie plutôt que la taxonomie, le recours aux modèles mathématiques des échanges pour comprendre la morphogenèse²⁰ par exemple. De surcroît, ce sont également les modes d'interactions socio-économiques — tant entre les structures qu'en leur sein, et parfois même au dépend des structures, devenues caduques à cause précisément de l'interconnection grâce aux réseaux — qui sont affectés par ce changement de paradigme. Stephen Hawking, qui a le sens de la formule, déclarait à ce sujet au siècle dernier : *“I think the next century will be the century of complexity.”* Que dire de plus ?

Avec la croissance de la complexité, qu'on peut mesurer en première approximation par la densification des réseaux de connexion, puis plus finement, par l'identification des boucles de rétroaction qui agissent sur les systèmes, il est possible d'anticiper à quel point les structures élémentaires des organisations risquent d'être remises en cause. Plus que jamais le tout est plus que la somme des parties. L'analyse par exemple des relations entre local et global, ou encore entre vertical et horizontal, si fondamentales à tous les niveaux de notre compréhension du monde, comme de sa gouvernance, le démontre amplement. Dans les deux cas, comme on le verra, le bouleversement s'opère dans une extraordinaire synergie entre ce qui relève de l'Anthropocène et ce qui relève du numérique.

Local / global, la bascule de la subsidiarité

Caractéristique de la nouvelle manière d'appréhender le réel dans l'Anthropocène, la relation entre une action locale, par exemple la production de CO₂, et un impact global, celui de la composition de l'atmosphère dans ce cas, ne peut plus être ignorée. Cette interdépendance entre le territoire et la planète affaiblit considérablement la légitimité du contrôle local sur les territoires, quelque soit le régime juridique qui le protège, souveraineté des Etats, droit d'exploitation, propriété privée de la terre, etc. A l'inverse, les phénomènes de transformation de l'écosystème global, météorologie turbulente, montée du niveau des mers, disparition des espèces, s'imposent localement sur des territoires, leur population, leur système socio-économique, contraints de s'adapter.

¹⁸ Cusumano M. (2018). The Sharing Economy Meets Reality. Communications of the ACM. <http://delivery.acm.org/10.1145/3170000/3163905/p26-cusumano.pdf>

¹⁹ Albert-László Barabási. Network Science. <http://barabasi.com/networksciencebook/>

²⁰ Ali, O., Mirabet, V., Godin, C., & Traas, J. (2014). Physical models of plant development. Annual review of cell and developmental biology, 30, 59-78.

Le numérique introduit une transformation profonde dans le fonctionnement de la société et de l'économie qui touche également le territoire. Il permet d'extraire l'information des acteurs du monde physique, et de la traiter dans la sphère numérique, en quelque sorte hors-sol, en séparant l'information, des territoires d'où elle provient, et en imposant une commande à distance sur le territoire à partir de la sphère numérique. Les grandes plateformes numériques de la baie de San Francisco par exemple, concentrent dans un endroit particulier de la géographie, le contrôle des échanges économiques et sociaux d'une partie importante de la population mondiale. L'utilisation de ces services sur un territoire contribue à renforcer la puissance globale de ces nouveaux acteurs, face aux pouvoirs locaux. A l'inverse, les plateformes contribuent à populariser de nouvelles normes comportementales globales qui induisent une disruption sociale importante²¹.

Les tensions entre le local et le global résultent d'un rapport de force qui peut parfois être encadré. La subsidiarité par exemple est un principe d'organisation politique qui consiste à localiser les mécanismes de décisions au niveau le plus approprié des organisations, entre le local et le global. La subsidiarité ascendante vise à monter la décision à un échelon supérieur, supra-national par exemple, alors que la subsidiarité descendante, pousse la décision à un échelon inférieur, comme c'est le cas pour les politiques de décentralisation. Le principe, développé par l'Eglise catholique, constitue un des fondements de l'Union européenne. L'accroissement de l'interdépendance entre le local et le global, généré tant par l'Anthropocène que par le numérique, provoque un double mouvement de subsidiarité à la fois descendant, vers le territoire où se situe l'action, et ascendant, vers le global, qui contribue à modifier la verticalité de l'organisation dans ce qu'elle a de hiérarchique, bouleversant les niveaux de réponse adéquats²².

L'équilibre vertical / horizontal, vers l'amincissement

La verticalité est mise à mal par le déplacement de manière ascendante d'une part du contrôle vers les grands acteurs du numérique et d'autre part des priorités vers les défis universels, globaux, et par ailleurs de manière descendante de l'action, vers les acteurs connectés au réseau mondial, en capacité d'adapter leurs pratiques. L'effondrement des verticalités touche tous les niveaux de l'organisation des sociétés humaines, des nations aux petits établissements, du privé au public.

L'organisation de la planète, en État-nations, associant un pouvoir politique, une population et un territoire, est remise en cause par les deux transformations que sont l'Anthropocène et le numérique. La souveraineté sur le territoire est mise à mal depuis quelques décennies²³ par différents aspects de la globalisation, qui permettent une ingérence politique et économique

²¹ Schmidt, E., & Cohen, J. (2010). The Digital Disruption-Connectivity and the Diffusion of Power. *Foreign Affairs*, 89, 75.

²² Betsill, M. M., & Bulkeley, H. (2006). Cities and the multilevel governance of global climate change. *Global Governance: A Review of Multilateralism and International Organizations*, 12(2), 141-159.

²³ Badie, B. (1995). *La fin des territoires: essai sur le désordre international et sur l'utilité sociale du respect*. Fayard.

accrue sur les territoires, avec des conséquences sur les équilibres locaux²⁴. La progression de la connaissance et du contrôle de l'écosystème global contribuent également à fragiliser la souveraineté, comme dans un effet de globalisation boomerang. La Conférence des parties, COP, dans le cadre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), évalue les avancées des pays membres.

Les grands acteurs du numérique constituent quant à eux des pouvoirs globaux. Ce sont de nouvelles structures, pas exactement des Etats, mais des puissances disposant, au moins en potentialité, de nombreux attributs des Etats — monnaie, contrôle de l'information, diplomatie, sécurité —, sans territoire mais en relation directe avec une population très importante, vers laquelle elles déploient une nouvelle normativité, parfois en contradiction avec celle de l'administration publique. Les grands acteurs adhèrent à une vision libertarienne, et aspirent fondamentalement à s'abstraire des Etats. Dans un message récent²⁵, Marc Zuckerberg affirmait *“Facebook has a lot of work to do -- whether it's protecting our community from abuse and hate, defending against interference by nation states, ...”*, dans la continuité, vingt ans après, de la déclaration²⁶ d'indépendance du cyberspace de John Barlow.

Il y a donc une subsidiarité ascendante, un transfert de pouvoir vers des acteurs globaux, résultant tant de l'Anthropocène que du numérique. La subsidiarité descendante opère aussi, en responsabilisant les acteurs dans un réseau où l'accès à l'information est décuplé, tout comme les possibilités d'interaction avec de nombreux services. Le développement de l'horizontalité est favorisé par de nouveaux modes d'interaction, à la faveur de mécanismes de décentralisation, parmi lesquels la confiance par les pairs, essentielle par exemple dans les systèmes de partage de ressources, — comme le co-voiturage, où la fiabilité du chauffeur ou du passager n'est plus assurée par un grand opérateur vertical, mais horizontalement par les utilisateurs. L'émergence de nouveaux rapports à la nature, à l'écoumène²⁷, sous différentes déclinaisons culturelles, semblent également connaître une renaissance, avec en particulier des cycles plus courts favorisant les rapports horizontaux.

La technosphère

Peter Haff a introduit le concept de technosphere²⁸, pour désigner le système complexe que constitue l'ensemble des activités développées par l'humanité, au premier rang desquelles la

²⁴ Kingsbury, B. (1998). Sovereignty and inequality. *European Journal of International Law*, 9(4), 599-625.

²⁵ Marc Zuckerberg. Post 4 Jan 2018.
https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=10104380170714571&id=4

²⁶ J.P. Barlow. A Declaration of the Independence of Cyberspace. Fev 1996
<https://www.eff.org/fr/cyberspace-independence>

²⁷ Berque, A. (2000). Écoumène. Introduction à l'étude des milieux humains, Belin, collection Mappemonde, Paris.

²⁸ Haff P (2014) Technology as a geological phenomenon: implications for human well-being. *Geological Society, London, Special Publications* 395(1): 301–309.

transformation des matières premières, la production d'énergie, les transports, l'agriculture, l'administration, etc. Le concept de technosphère permet de rendre compte d'aspects tout à fait fondamentaux de l'organisation de la société et de ses interactions. Il permet d'abord, de modéliser l'interdépendance des activités humaines, qui forment un système de plus en plus intégré de transformations bio-physico-chimiques et d'échanges d'information entre les acteurs. Ensuite, la globalité de ce système qui couvre toute la planète, formant une sphère, au même titre que les sphères des sciences de la terre, biosphère, atmosphère, hydrosphère, etc. et en interaction avec ces dernières — la technosphère s'approprie une partie importante de la biomasse et change la composition chimique de l'atmosphère en particulier. Finalement, la relation de dépendance de l'humanité vis à vis de la technosphère, qu'elle sert, et sur laquelle dans le même temps elle ne dispose que d'un pouvoir limité d'action — on ne peut sinon interrompre même ralentir la production énergétique ou la production agricole par exemple, pas plus que l'on peut changer autrement qu'à la marge l'hydrosphère.

La technosphère est orchestrée par un système de commande numérique, qui assure son fonctionnement. Ce dernier consomme désormais près de 10% de l'électricité au niveau mondial²⁹. Elle génère par ailleurs autour de 50 millions de tonnes de déchets électroniques annuellement, créant des problèmes environnementaux et sociaux³⁰, en particulier dans les centres artisanaux de retraitement et d'extraction des métaux précieux dont la valeur est estimée à 55 milliards de dollars³¹. Comme le note Haff, contrairement aux autres sphères de la planète, la technosphère n'assure pas l'homéostasie, elle procède à des transformations irréversibles dans le monde bio-physico-chimique. La terre peut être vue comme une batterie géante que la technosphère décharge avec un risque d'effondrement de son équilibre thermodynamique³². C'est l'une des questions clé de l'Anthropocène.

Les grandes puissances de la technosphère évoluent. Au niveau économique, les plateformes numériques ont remplacé les secteurs industriels traditionnels, comme l'énergie, au rang des premières capitalisations boursières mondiales³³, démontrant la montée en puissance de l'industrie de la donnée, dans ce que certains décrivent comme une megastructure algorithmique, presque organique, qui assure la gouvernance de la technosphère au travers d'une hiérarchie de

²⁹ Mills MP (2013) The cloud begins with coal, big data, big networks, big infrastructure, and big power. Digital Power Group. http://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf

³⁰ Hardy, M. (2018) The Hellish E-Waste Graveyards Where Computers Are Mined for Metal. Wired <https://www.wired.com/story/international-electronic-waste-photographs/>

³¹ ITU Global E-waste Monitor 2017. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Pages/Global-E-waste-Monitor-2017.aspx>

³² Schramski, J. R., Gattie, D. K., & Brown, J. H. (2015). Human domination of the biosphere: Rapid discharge of the earth-space battery foretells the future of humankind. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(31), 9511-9517.

³³ Apple, Alphabet, Microsoft, Amazon, Berkshire Hathaway, Alibaba, Tencent, Facebook sont les huit premières capitalisations boursières à la fin du troisième trimestre 2017.

structures imbriquées dans l'espace géopolitique³⁴. Le numérique sinon favorise tout au moins permet également une nouvelle gestion des ressources, et des échanges, qui constitue un levier pour l'homéostasie. Un récent rapport³⁵ de McKinsey, montre que l'impact de la technologie sur l'économie, portera essentiellement sur la distribution plus que sur la production, et donc sur la gestion des ressources à un niveau global. Le numérique est donc étroitement partie prenante, pour le meilleur et pour le pire, aux transformations bio-physiques de l'écosystème.

Une nouvelle économie politique

L'Anthropocène appelle de nouvelles règles de fonctionnement économique. Ce que les économistes relèguent au rang d'externalités négatives, comme la pollution, peut se révéler plus fondamental pour l'impact global, environnemental, social et économique, que l'activité initiale elle-même³⁶. S'il n'y a pas encore de mouvement politique fort porteur d'une nouvelle idée de l'économie politique³⁷ garantissant l'homéostasie, un mouvement horizontal d'adaptation et d'atténuation se développe, dont la COP se fait l'écho sur la base des rapports³⁸ de l'IPCC au niveau de la planète.

Le numérique, trop souvent perçu sous son angle technologique, est avant tout un modèle d'économie politique, dans lequel les mécanismes d'intermédiation sont gérés au niveau d'acteurs hors-sol, qui n'ont pas, ou marginalement seulement, prise sur les services ou biens qu'ils ne produisent pas, mais dont ils contribuent à normaliser le fonctionnement. Cette intermédiation est rationalisée et optimisée, grâce aux données. Le numérique aspire donc à récolter le maximum de données pour en extraire des connaissances, afin de produire des services globaux de mise en relation d'acteurs, calculée au plus juste au moyen en général de systèmes d'enchères sophistiqués³⁹, et d'une connaissance personnelle des acteurs. Comme le capitalisme, il aspire à la rationalisation de l'utilisation des ressources en vue de l'optimisation et de la croissance. Si le capitalisme originel s'est focalisé sur les ressources naturelles, les ressources financières et les ressources humaines, le numérique optimise l'information, pour en tirer le maximum de profit. Profit financier, profit humain, profit pour la santé de l'écosystème, tout est ouvert et possible. Quelque soit sa finalité, il favorise une interdépendance croissante entre les

³⁴ Bratton, B. H. (2016). *The stack: On software and sovereignty*. MIT press.

³⁵ W. Brian Arthur. Where is technology taking the economy? McKinsey Quarterly October 2017 <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/where-is-technology-taking-the-economy>

³⁶ Stern, N. (2008). The economics of climate change. *American Economic Review*, 98(2), 1-37.

³⁷ Demos, T. J. (2017). *Against the Anthropocene*. Visual Culture and Environment Today. Sternberg Press.

³⁸ Mach, K., & Mastrandrea, M. (2014). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability* (Vol. 1). C. B. Field, & V. R. Barros (Eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press.

³⁹ Varian, H. R. (2007). Position auctions. *international Journal of industrial Organization*, 25(6), 1163-1178.

acteurs liés par les flux d'information entre eux et des tiers, contribuant ainsi à redéfinir les équilibres local/global et vertical/horizontal comme nous l'avons vu ci-dessus.

L'équilibre de pouvoir entre les acteurs globaux de cette nouvelle économie et les acteurs institutionnels historiques évolue depuis leur introduction en faveur des premiers. Les territoires rivalisent avec les plateformes pour le contrôle des échanges locaux, dans les territoires urbains en particulier, mais également sur les terres agricoles, et dans tous les cas avec peine⁴⁰. Aucun acteur numérique à ce stade ne revendique pleinement l'homéostasie dans les transformations, et la mise en place d'un nouveau métabolisme socio-physique⁴¹, mais cette question pourrait devenir cruciale dans le rapport de force entre les acteurs hors-sol et ceux du territoire.

Au niveau politique, le décalage entre d'une part un discours politique de plus en plus managérial, tourné vers les nombres⁴², que l'on peut visualiser⁴³ en temps réel, sans finalité, que certains qualifient de post-politique⁴⁴, dont le débat idéologique s'est retiré au profit de la simplicité pragmatique d'un modèle économique unique, à tel point qu'il paraît plus simple d'imaginer la fin du monde que celle du capitalisme⁴⁵, et d'autre part une réalité dont la complexité se dévoile progressivement au plus grand nombre, donne lieu à une désillusion, que le documentaire d'Adam Curtis, *HyperNormalisation*⁴⁶, illustre admirablement.

La grande accélération

De la fin de l'Histoire⁴⁷ à l'accélération de l'Histoire⁴⁸, l'époque contemporaine génère une interrogation inquiète sur le devenir de nos sociétés, le sentiment d'un changement rapide, de la disparition de cultures, de l'uniformisation planétaire, qui s'accompagne en réaction de manifestations identitaires et communautaires fortes. Les deux transformations que sont l'Anthropocène et le numérique ne sont bien sûr pas étrangères à ces évolutions, même si la globalisation économique est plus souvent invoquée comme justification. Toutefois pour les deux transformations qui nous intéressent, l'accélération semble vertigineuse. L'évolution, étudiée sur

⁴⁰ Sadowski, J. (2017). Google wants to run cities without being elected. Don't let it. *The Guardian* 22.10.2017

<https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/oct/24/google-alphabet-sidewalk-labs-toronto>

⁴¹ Giddens, A. (2009). *The politics of climate change*. Cambridge, UK.

⁴² Supiot, A. (2015). *La gouvernance par les nombres*. Fayard.

⁴³ <http://www.worldometers.info/>

⁴⁴ Swyngedouw, E. (2010). Apocalypse forever?. *Theory, Culture & Society*, 27(2-3), 213-232.

⁴⁵ Jameson, F. (2003). Future city. *New Left Review*, 21, 65.

⁴⁶ Curtis A. (2016) *HyperNormalisation*. BBC

⁴⁷ Fukuyama, F. (1989). The end of history?. *The national interest*, (16), 3-18.

⁴⁸ Nora, P. (1989). Between memory and history: Les lieux de mémoire. *Representations*, 7-24.

une période assez longue, de 1750 à 2010, d'un ensemble d'indicateurs⁴⁹ d'une part des activités socio-économiques — population, PIB, utilisations d'engrais, etc. — et d'autre part du système bio-chimique de la terre — CO₂, acidification des océans, dégradation de la biosphère, etc. —, montrent une très forte accélération au vingtième siècle et tout particulièrement à partir de 1950. Certains scientifiques en tirent des conséquences alarmantes, sur les délais très courts laissés aux efforts d'atténuation⁵⁰ avant la catastrophe.

De l'autre côté, les technologies de l'information ont connu avec la Loi de Moore, un doublement tous les deux ans des capacités des calculateurs pendant un demi siècle. La miniaturisation et la diffusion de milliards d'objets connectés dans le monde a permis une transformation très rapide de l'économie et les plus forte croissance de l'histoire industrielle. Désormais, les capacités des machines pourraient dépasser celles des humains⁵¹, et conduire à l'automatisation de nombreux emplois. La robotisation avance non plus seulement au sein des usines isolées du reste du monde, mais en contact direct avec les humains, à la maison comme dans l'espace public. La guerre se déplace dans le cyberspace, conduisant les systèmes de défense à une adaptation rapide à de nouvelles menaces. La vie privée semble remise en cause par l'accumulation de données personnelles intrusives⁵². Globalement, les questions liées à l'accélération des transformations suscitent une réflexion active sur le présent, qui rend difficile la mesure sereine des effets à long terme de ses transformations.

Le parallèle des imaginaires apocalyptiques

Les parallèles entre l'Anthropocène et le numérique dépassent les observations qui précèdent et qui concernaient essentiellement le présent et le futur proche. En effet, les deux transformations génèrent des scénarios catastrophes, dont l'intensité dramatique varie de l'extrêmement inquiétant à l'absolument terrifiant, et qui glissent progressivement du domaine de l'imaginaire, celui de la science-fiction, où souvent la civilisation est menacée, soit politiquement par le contrôle (1984), soit par la machine qui prend le contrôle (2001 Odyssée de l'espace), soit encore par les conditions climatiques, avec l'émergence de la Clifi (Le jour d'après), au monde du réel, celui de la démarche scientifique, des publications alarmantes, comme celles qui semblent montrer que les hypothèse les plus pessimistes sur l'évolution du climat seraient les plus

⁴⁹ Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81-98.

⁵⁰ Garfield, L. (2017). These experts say we have three years to save the planet from the worst effects of climate change. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2017/07/these-experts-say-we-have-three-years-to-save-the-planet-from-irreversible-destruction>

⁵¹ Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near: When humans transcend biology*. Penguin.

⁵² Bennett, C. J., & Raab, C. D. (2017). *The governance of privacy: Policy instruments in global perspective*. Routledge.

vraisemblables⁵³. On sait comment les civilisations du passé ont pu s'adapter⁵⁴ ou au contraire décliner, comme les Maya⁵⁵, devant les changements climatiques, que dans certains cas, elles ont contribué à provoquer par une gestion périlleuse des ressources. Il devient alors imaginable que les humains dans leur globalité disparaissent de la terre, voire que toute forme de vie soit anéantie, ce qui correspond à une des solutions du fameux paradoxe de Fermi⁵⁶ sur l'absence de trace de vie extraterrestre.

Le contrôle du monde par les machines et les algorithmes, l'interaction avec des robots de plus en plus capables et indépendants, auxquels nous sommes désormais confrontés, avec tous les problèmes éthiques et philosophiques que cela soulève, pourrait hypothétiquement conduire à leur prise de pouvoir sur l'humanité. Le débat sur l'intelligence artificielle s'est intensifié depuis la lettre ouverte publiée en janvier 2015 par Hawking, Gates, Musk et d'autres, sur les risques de l'intelligence artificielle. Un institut, le Future of Life Institute, se consacre depuis 2014 à la question de l'atténuation des risques de l'IA. Si les risques du climat pourraient sembler nous être imposés par Gaia, et ceux de l'IA relever plus de nos actions aujourd'hui, l'hypothèse de l'indépendance des machines rapproche durablement ces deux risques, tous deux causés par les activités de l'humanité, mais qui lui échappe.

Les thèses téléologiques

On peut donc s'interroger sur la temporalité⁵⁷ de la révolution numérique, pourquoi intervient-elle maintenant ? Est-ce simplement parce que de nouvelles technologies l'ont rendue possible ? La complexité des processus industriels, qui n'a cessé d'augmenter depuis la première révolution industrielle, a nécessité une montée en puissance du contrôle⁵⁸, et donc des outils de récolte, de transmission et de traitement des données. Le contrôle est rendu possible par les technologies de l'information et de la communication et la sophistication de l'administration, que les ordinateurs amplifient. La technosphère est donc impensable sans un puissant système numérique de contrôle, au courant en temps réel de l'activité à tout point du territoire.

L'ambition d'assurer l'homéostasie de la technosphère, c'est-à-dire de garantir des transformations qui préservent les équilibres globaux du système, se fera certainement au prix

⁵³ Temple J. (2017). Global Warming's Worst-Case Projections Look Increasingly Likely. MIT Technology Review.

⁵⁴ DeMenocal, P. B. (2001). Cultural responses to climate change during the late Holocene. *Science*, 667-673.

⁵⁵ Haug, G. H., Günther, D., Peterson, L. C., Sigman, D. M., Hughen, K. A., & Aeschlimann, B. (2003). Climate and the collapse of Maya civilization. *Science*, 299(5613), 1731-1735.

⁵⁶ Webb, S. (2002). *Where is everybody. Fifty Solutions to the Fermi's Paradox* (Copernicus, New York).

⁵⁷ Grumbach, S., & Hamant, O. (2017). Pourquoi "maintenant"? Le cas de la révolution de l'intermédiation algorithmique. *Revue Multitude*.

⁵⁸ Beniger, J. (2009). *The control revolution: Technological and economic origins of the information society*. Harvard university press.

d'une augmentation de la capacité de contrôle. Des raisons socio-économiques président donc au développement des outils du contrôle en parallèle de la diffusion de processus industriels complexes. Les interactions avec l'écosystème naturel pourraient également agir par rétroaction sur le contrôle et l'organisation globale. Dans un article récent, nous avons montré que des phénomènes d'horizontalisation existaient dans la biosphère pour faire face au stress sur les ressources. Il a été en effet documenté⁵⁹ que certaines espèces passent d'une reproduction asexuée à une reproduction sexuée, correspondant à un échange d'informations génétiques horizontal, qui n'est pas sans évoquer les mécanismes présentés ci-dessus⁶⁰. La question des ressources pourrait donc être essentielle pour comprendre la transformation numérique.

Vers le Numérocène ?

Face au concept d'Anthropocène, un foisonnement poétique d'alternatives a fleuri pour nommer la nouvelle ère, qui interrogent les causalités qui ont conduit aux changements de l'écosystème naturel. L'humain, comme le propose l'Anthropocène, n'est peut-être pas le meilleur choix alors précisément qu'on ne le pense plus au centre du système, mais seulement comme un acteur parmi d'autres. Parmi les propositions les plus courantes, le Capitalocène⁶¹, qui propose une critique renouvelée du capitalisme, est le plus connu. On pourra citer encore le Plantationocène, pour les effets dévastateurs de l'exploitation agricole, ou encore le Chthulucène⁶², qui évoque le monstre, au-delà de l'humain de la nouvelle de H.P. Lovecraft, L'Appel de Cthulhu. La montée en puissance des algorithmes, nous a conduit également à proposer l'Algocène, dont le Numérocène, n'est qu'une variante, mais non pas comme une alternative à l'Anthropocène, mais comme une suite de l'Anthropocène, un ère où la décision, la gouvernance, le pouvoir généralisé serait détenus par les systèmes numériques, seuls capables de gérer la complexité, après la singularité, qui voit l'humain maîtriser le vivant, et la machine dépasser l'humain⁶³.

⁵⁹ Scheu S and Drossel B (2007) Sexual reproduction prevails in a world of structured resources in short supply. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 274(1614): 1225–1231.

⁶⁰ Grumbach, S., & Hamant, O. (2017). Digital Revolution or Anthropocenic Feedback? *The Anthropocene Review*.

⁶¹ Moore, J. W. (2017). The Capitalocene, Part I: On the nature and origins of our ecological crisis. *The Journal of Peasant Studies*, 44(3), 594-630.

⁶² Haraway, D. (2015). Anthropocene, capitalocene, plantationocene, chthulucene: Making kin. *Environmental Humanities*, 6(1), 159-165.

⁶³ Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: A brief history of tomorrow*. Random House.