



ENSEIGNER L'ANTHROPOCENE AVEC SIMONDON

Julien DELORD

Revue Francophone du Développement Durable

2019 – HS n°7

pages 13 - 45.

ISSN 2269-1464

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://erasme.uca.fr/publications/revue-francophone-du-developpement-durable/revue-francophone-du-developpement-durable-159333.kjsp>

Pour citer cet article

Delord J. (2019), "Enseigner l'Anthropocène avec Simondon", *Revue Francophone du Développement Durable*, hors-série n°7, décembre, p. 13 - 45.

Enseigner l'Anthropocène avec Simondon

Julien DELORD

Phisცივი, Université Toulouse Jean Jaurès

Résumé : L'Anthropocène est un concept, au départ de nature géologique, qui vise de manière bien plus ambitieuse à décrire la nouvelle condition de l'espèce humaine. Notre projet consiste à promouvoir une éducation « à » l'Anthropocène au double sens d'une éducation explicitant les déterminants et les enjeux de l'Anthropocène et d'une éducation comme formation générale à une vie soumise aux contraintes anthropocéniques. Dans un premier temps, nous défendons une interprétation syncrétique de ce concept, inspirée de la pensée de Gilbert Simondon, qui se situe à un point de synthèse didactique entre sciences de la nature, sciences humaines, et savoir-faire techniques. L'Anthropocène est ainsi formalisé comme un procès d'anthropocénisation émergent du rapport triadique homme-technique-milieu. Dans une seconde partie, nous montrons que cette analyse anthropocénique nous conduit, dans la lignée de la pensée simondonienne à redéfinir l'ontologie du sujet apprenant (un acte plutôt qu'un être) et la nature de l'école (comme milieu d'individuation inclus et en interaction avec le milieu anthropocénique global). Pour rendre raison de cette situation pédagogique nouvelle, nous détaillons l'usage d'un outil didactique complémentaire à la démarche d'investigation, que nous avons baptisé « démarche d'intégration » et destiné à enseigner les concepts synthétiques, englobants et impliquants comme l'Anthropocène. Enfin, dans une dernière partie, nous montrons en quoi l'éducation à l'Anthropocène a vocation à se substituer à l'éducation au développement durable, dans la mesure où ces deux types d'éducation divergent radicalement dans leurs présupposés relatifs à la normativité, aux limites biosphériques ou encore aux notions de risque et de catastrophe. Nous concluons en indiquant les défis immenses sur lesquels ouvrent l'éducation à l'Anthropocène, en matière de valeurs et de responsabilité des et envers les générations futures.

Mots-clés : Anthropocène, didactique, transduction, intégration, éducation au développement durable

Introduction

L'Anthropocène est à la mode dans le monde de la recherche, des sciences empiriques (géologie, climatologie, écologie) jusqu'aux sciences sociales et humaines (histoire, philosophie, économie, psychologie). Ce concept, au départ de nature géologique, vise de manière bien plus ambitieuse à décrire la condition de l'espèce humaine, confrontée à des changements globaux inédits, qui ne sont que la résultante de son activité industrielle et de la puissance de son empreinte écologique. Le caractère englobant, systémique et scientifique de cette notion d'Anthropocène peut tout autant séduire les tenants d'une explication naturaliste et synthétique de l'évolution du système Terre qu'irriter les défenseurs d'une approche interprétative, diffractée et multifactorielle des dynamiques historiques des systèmes-mondes. L'objet Anthropocène, quoiqu'extrêmement fécond, demeure pourtant très controversé, et s'apparente, pour le moins au niveau de la communauté scientifique, à une « *question socialement vive* » (Legardez, 2016).

Est-il suffisamment clair, délimité, socialement pertinent et pédagogiquement transposable pour devenir objet d'éducation, c'est-à-dire partie obligatoire d'un

curriculum, voire le thème et la finalité un enseignement dédié ? Ou, au contraire, est-il trop épistémologiquement contesté et trop socialement détaché pour n'être qu'évoqué dans le contexte d'autres enseignements, d'éducation au développement durable ou à la citoyenneté, ou en conclusion de cours de SVT ou de géographie ? Doit-on ainsi se cantonner à n'enseigner le fait anthropocénique que sous forme de repères disciplinaires (le changement climatique ou l'érosion de la biodiversité), voire n'opérer qu'un changement de vocabulaire sans vraiment changer le fond des programmes actuels ? Ou bien partir de la charge de sens qu'il véhicule, celle de l'homme prenant conscience de sa force géologique et de la finitude terrestre, pour renverser jusqu'à certaines des valeurs les plus profondément ancrées et les moins ouvertement débattues de l'éducation occidentale : l'humanisme, le progrès, la responsabilité ? Doit-on enfin se limiter à décrire l'avènement de l'Anthropocène sous la forme d'un récit historique neutre (et même « neutralisé ») ou bien, à la lumière des défis qui attendent les sociétés humaines dans les années et les décennies à venir, faire de l'Anthropocène le pivot d'une reconfiguration socio-éducative sans précédent ?

Notre projet consiste à promouvoir une éducation « à » l'Anthropocène au double sens d'une éducation explicitant les déterminants et les enjeux de l'Anthropocène ainsi que d'une éducation adaptée à la vie en société à l'heure des contraintes anthropocéniques.

Dans un premier temps, il nous faudra cependant rappeler les caractéristiques génériques de l'Anthropocène, mettre en lumière les débats principaux et les controverses qu'il suscite, et défendre à notre tour une interprétation de ce concept, largement inspirée de la pensée de Gilbert Simondon (1924-89), conception qui possède, selon nous, l'avantage de se situer à un point de synthèse didactique entre sciences de la nature (physique-chimie, géologie, écologie) et sciences humaines (économie, géographie), entre connaissances conceptuelles et pratiques techniques, entre compétences théoriques et savoirs-être. Nous défendrons ainsi l'usage d'une didactique transductive de l'Anthropocène, l'Anthropocène étant lui-même processus de transduction, c'est-à-dire, anthropocénisation.

L'Anthropocène comme nouvelle condition de l'humanité.

L'Anthropocène est l'époque géologique (*kainos-cène*) de l'homme (*anthropos*). Nous vivons à l'Anthropocène car nous, humains, sommes en train de le décider : le terme, lancé en l'an 2000 par Paul Crutzen et Paul Stoermer (Crutzen et Stoermer, 2000) est devenu en 2016 un groupe de travail sous l'égide de l'*Union Géologique Internationale* qui sera la seule à pouvoir formellement l'attester à l'issue d'un long processus scientifique (Zalasiewicz, Waters et Head, 2017). Mais, d'emblée l'Anthropocène est polémique dans sa définition scientifique. Crutzen, un chimiste de l'atmosphère, établit l'acte de naissance de cette nouvelle époque à 1784, année du brevet de la machine à vapeur de James Watt, et début du relargage massif des gaz à effet de serre dans l'atmosphère qui vont conduire aux changements globaux en cours.

L'Anthropocène ne se résume toutefois pas au seul cycle du carbone ; comme le soulignent Steffen et ses collègues, d'autres cycles biogéochimiques ont été largement modifiés par l'activité humaine et participent tout autant à la caractérisation de l'Anthropocène (Steffen, Broadgate, *et al.*, 2015). Il en va ainsi des cycles de l'azote, du phosphore et du soufre ; du cycle de l'eau dont les écoulements gravitaires et les zones d'infiltration ont été massivement perturbés par les ouvrages d'art et les changements d'affectation des terres. Sans parler de la crise d'extinction majeure de la biodiversité qui affecte l'ensemble du monde vivant.

Alors, que se cache vraiment sous le nom d'Anthropocène ? D'abord, l'Anthropocène n'est pas qu'un nom (propre, en l'occurrence car il désigne par son étymologie une période géologique unique), mais un polysème : « Anthropocène » peut se comprendre tout à la fois comme un concept ou une idée (celle d'une équivalence entre l'agir humain et les phénomènes géologiques), une hypothèse (une nécessité épistémologique pour expliquer scientifiquement les changements globaux en cours), un fait (l'attestation dans les couches stratigraphiques, mais aussi par les données climatiques et écologiques de l'impact humain sur le système Terre) ; mais il s'agit aussi d'un récit, celui qui donne sens à l'émergence de l'homme en tant qu'espèce dominante et perturbatrice des flux biogéoclimatiques, d'un « événement » comme le clament Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Frescoz (2016), c'est-à-dire d'une rupture historique, à la fois comme franchissement des seuils de stabilité des équilibres terrestres et comme prise de conscience brutale de la finitude du monde. L'Anthropocène constitue aussi la nouvelle condition humaine, un présent saturé par le scrutement inquiet des dérèglements écosphériques. De surcroît, l'Anthropocène est aussi notre futur, notre destin même : l'Anthropocène fait désormais corps avec nos représentations : il s'agit de notre nouvel imaginaire. Dans la sphère intellectuelle, l'Anthropocène a surgi comme un champ de recherche inédit, une source inépuisable de débats, voire pour certains une provocation¹. Ainsi est-il devenu un marqueur de distinction : humaniste ou anthropocénologue, choisis ton camp ! Enfin, l'Anthropocène est surtout un entropocène (Stiegler, 2015), un système sclérosé, en déséquilibre, en voie d'effondrement, c'est-à-dire un désordre global en augmentation (une entropie) causé par le déséquilibre radiatif du système Terre.

Cette approche thermodynamique et systémique de l'Anthropocène, s'appuyant sur les sciences expérimentales et un certain nombre de présupposés matérialistes et réductionnistes, est devenue selon Bonneuil et Frescoz le récit « officiel » de l'Anthropocène. Il a fallu pour cela que l'explication se décline diachroniquement depuis l'émergence d'*Homo sapiens* et sa première grande conquête (le feu)² pour

¹ Comme les chercheurs d'inspiration marxiste qui crient à l'imposture capitaliste (Malm et Hornborg, 2014)

² Certaines interprétations trop caricaturales de ce grand récit de l'Anthropocène ont fait découler de l'invention du feu l'économie capitaliste fossile de la modernité et la crise du changement climatique, comme si *Homo sapiens* était condamné dès l'origine à être un « *Homo pyrophilus* » (Malm, 2016) !

ensuite invoquer en guise d'*interpretans* une forme de méta-anthropologie naturalisée englobant la biologie, l'écologie humaine, la psychologie, la politique et l'économie. L'Anthropocène apparaît ainsi comme la conséquence inéluctable d'une série d'événements dont la logique paraît déterminée dès l'origine, cette singularité initiale qu'est l'apparition d'*Homo sapiens*, tout armé de trois pouvoirs superadaptatifs : la technique, le langage la politique ayant donné naissance à l'invention d'un monde de symboles et de normes³. Selon Erle C. Ellis (2015), qui fait remonter l'Anthropocène à la décimation de la mégafaune par l'homme moderne, les changements globaux ou « anthroécologiques » sont la résultante directe de l'évolution socio-culturelle des régimes de subsistance humains, lesquels se sont orientés vers un accroissement conjoint de la démographie et des puissances militaire et de travail. Cette approche biologisante naturalise les dynamiques sociales par la mise au premier plan des contraintes écologiques et évolutionnistes qui les limitent et les orientent, ce qui conduit à faire de la lutte pour la vie (au niveau des individus et surtout des sociétés humaines) la logique imparable qui justifie les comportements de colonisation, de commodification des ressources et de domination politique à la base du fonctionnement des civilisations - principalement européennes - responsables des changements anthropocéniques majeurs. Contre ce récit scientifique, naturalisant et totalisant de l'Anthropocène, sorte d'image en négatif du mythe opposé et complémentaire du « progrès », les historiens et sociologues Bonneuil et Fressoz ont proposé une lecture critique, socio-politique et historiciste. Par ce refus d'être les « simples chroniqueurs d'une histoire naturelle des interactions de l'espèce humaine avec le système Terre », ces deux auteurs remettent en question plusieurs éléments essentiels du récit de l'Anthropocène.

D'abord, si le terme « Anthropocène » est très récent, la problématique de l'Anthropocène l'est moins. Le surgissement de l'Anthropocène comme moment inédit de prise de conscience et de réflexivité environnementale résulterait de l'oubli par les sciences du climat de concepts apparentés comme celui de Biosphère (Vernadsky) ou encore d'un court-termisme dans l'analyse de ce que d'aucuns nomment la « grande accélération » (Steffen, Broadgate, *et al.*, 2015).

Surtout, le récit naturalisant de l'Anthropocène fait complètement abstraction des contextes sociaux, politiques et intellectuels dans lesquels se sont imposées les innovations décisives qui ont conduit à la combustion en masse des énergies fossiles. La mise en place du travail salarié, la mécanisation de la production, l'utilisation du charbon comme source d'énergie, puis du pétrole, la construction des réseaux de transports, l'invention de l'automobile et de l'avion, puis la modernisation de l'agriculture par des fertilisants azotés, tous ces processus cruciaux au fonctionnement

³ Ce que Yuval Noah Harari nomme la « révolution cognitive ». (Harari, 2018) Nous reviendrons sur ce point plus loin et indiquerons que le courant issu de l'anthropologie des techniques (Leroi-Gourhan) montre que langage et technique procèdent en fait d'une même capacité et d'une même forme de processus transindividuel (Barthélémy, 2018).

de la civilisation industrielle - et que nous attribuons mécaniquement au « progrès » - sont tous nés de rapports de force politiques et sociaux dont l'actualisation apparaît rétrospectivement à la merci d'une contingence historique opposée. Ainsi, Bonneuil et Fressoz (2016, p. 226) soulignent que le charbon minéral était considéré comme le « combustible du pauvre » à la fin du XVIII^e siècle. Il aura donc fallu que les promoteurs anglais du charbon minéral se ménagent de puissants soutiens politiques pour encourager et orienter la recherche géologique, favoriser la mécanisation en brisant la résistance des Luddites, et surtout garder impuissante l'opposition à la pollution de l'air par le fameux *smog*.

Il n'y aurait donc là rien qui résulterait mécaniquement d'une « nature » humaine intemporelle et apolitique, ni du déroulement inéluctable d'un processus de domination du monde par l'espèce la plus « intelligente ». En réalité, l'idée d'Anthropocène se résumerait à une vaste entreprise de dissimulation de ce qu'il faudrait plus justement nommer un « Capitalocène », une ère marquée par l'exploitation sans précédent des ressources naturelles et des énergies fossiles au seul profit du système industriel et des propriétaires, bénéficiaires ou dépositaires du capital financier⁴.

Au-delà de la dualité de l'Anthropocène

Face à l'apparente irréconciliabilité entre les deux grands types de narration de l'Anthropocène que nous avons présentés, et par conséquent face à l'ambiguïté pédagogique qu'il en ressort nécessairement, il n'est que temps de s'interroger : d'où provient la source profonde de cette fracture intellectuelle ? Nous défendons l'idée que le péché originel du concept d'Anthropocène repose avant tout sur l'indétermination fondamentale de l'idée d'*anthropos*. L'anthropologie, l'étude de l'homme, non pas au sens générique, mais comme être de culture doué de réflexivité nous rappelle Florence Weber (Weber, 2015), s'est autonomisée des sciences de la nature seulement à la fin du 19^e siècle en devenant une science sociale fondée sur la méthode ethnographique. Héritière d'une histoire de controverses jamais refermées, la figure de l'*anthropos* fait ressurgir cette déhiscence qui tout à la fois le structure et le clive en une dichotomie irréductible. Être de nature, la culture n'apparaît que comme un épiphénomène, certes donnant lieu à des fictions pragmatiquement puissantes comme l'identité, la liberté ou le destin, mais qui finissent toujours par se heurter aux contraintes naturelles (énergétiques, écologiques, biologiques). Être de culture, d'échanges, de conventions et d'histoires, l'humain se définit alors par une coupure anthropologique ontologique qui le sépare du reste du règne animal. Ainsi, grâce à ses capacités cognitives et

⁴ C'est ce qu'expriment sans détour les auteurs néo-marxistes suivants « Les capitalistes, dans un petit coin du monde occidental, investirent dans la vapeur, laquelle devint la pierre angulaire de l'économie fossile : or, jamais l'espèce ne déposa de bulletin dans une urne, n'exprima de désaccord, ne marcha à l'unisson, ou n'exerça aucune sorte d'autorité conjointe ni sur sa propre destinée et ni sur celle du système Terre. » (Malm et Hornborg, 2014, p. 64)

techniques notamment, il serait légitimé à s'arracher de la nature tout en lui commandant, c'est-à-dire en surmontant le donné naturel à l'aide d'artifices. Les véritables limites se ramènent dès lors à celle des savoirs, des croyances, des désirs, limites qui pourraient être indéfiniment repoussées par les progrès de la Raison, de l'Esprit ou de l'Histoire.

Tout aussi ambigu que sa figure tutélaire, l'Anthropocène se trouve à son tour déchiré en son sein par cette reconduction de la guerre des sciences qui oppose les deux approches naturalistes et sociale/humaniste. La première enfermant l'*anthropos* dans une légalité naturelle irréfragable, la seconde ouvrant au contraire à l'irréductible contingence des conditions humaines. Comment dépasser, au moins à titre provisoire et d'hypothèse pédagogique, dans un objectif de synthèse cette aporie, en partant du principe que ce que désigne l'Anthropocène va justement bien au-delà de ses propres failles internes ?

La question se pose pour toute didactique d'une discipline ou d'un objet à l'interface entre sciences humaines et sciences de la nature. Ainsi, une problématique analogue s'est posée à la géographie qui était traditionnellement scindée en géographie physique et géographie humaine. Le choix didactique a été fait de concentrer les apprentissages autour d'objets mixtes (les villes, les réseaux) ou de problématiques sociétales (le développement durable), qui s'est finalement opéré au détriment de la géographie physique (Mérenne-Schoumaker, 2016). Plutôt que de tenter de maintenir un équilibre illusoire entre ces deux dimensions, ne doit-on pas au contraire les dépasser en les intégrant dans une perspective plus englobante, elle-même source de nouveaux questionnements ?

C'est le choix que nous faisons en proposant une nouvelle interprétation de l'Anthropocène à partir de la pensée de Gilbert Simondon et de certains de ses lecteurs contemporains (notamment Bernard Stiegler et Jean-Hugues Barthélémy). L'objectif, comme nous le montrerons plus loin, demeure de proposer un concept d'Anthropocène transposable didactiquement car désambiguïsé, et fort de ses qualités d'universalité et d'actualité, tout à la fois scientifique, morale et sociale⁵.

Longtemps méconnue et réduite à une philosophie de la technique, l'œuvre de Gilbert Simondon (1924-1989), par l'ampleur métaphysique de son questionnement et par

⁵ Une autre solution est celle développée par l'approche anthropologique des sciences de Bruno Latour (2015). Il revient en deçà même de la séparation Nature/Culture qui a institué la Nature en tant que construction idéale quasi religieuse et en même temps scientifique pour lui substituer une vision de Gaïa comme réseau connecté de « puissances d'agir » ou acteurs animés : des fleuves, des organismes, des molécules, etc. Le caractère corrosif de sa critique est tel que ni les sciences, ni les techniques, ni l'éthique dans leurs acceptions traditionnelles ne peuvent servir de référence pour penser Gaïa en dehors d'une révolution ontologique et politique complète ; il semble ainsi peu réaliste de fonder une éducation à l'Anthropocène à partir d'une vision si radicale même si nous nous appuyons sur certaines des analyses de Latour. De plus, de manière étrange, Latour n'analyse pas la nature technique de la puissance d'agir humaine, comme si l'Anthropocène n'était que la créature issue du mythe moderne de la Science.

l'universalité de sa méthode, dite « allagmatique »⁶, et le dialogue permanent qu'elle instaure avec les sciences et les techniques, permet de saisir de manière originale la situation de l'homme anthropocénique. Le décentrement techniciste simondonien dessine, selon nous, une troisième voie de compréhension de l'Anthropocène entre le déterminisme globalisant des sciences de la nature qui réduit l'homme à la vie biologique de l'espèce et le singularisme de la critique historique qui ramène l'Anthropocène aux jeux de pouvoir croisés du capital et de l'empire. « La machine, écrit Simondon en 1958, reste une des zones obscures de notre civilisation, à tous les niveaux sociaux » (Simondon, 2012, p. 252). Force est de constater que son jugement est toujours d'actualité. En effet, comment parler de l'Anthropocène, c'est-à-dire du dérèglement global induit par le fonctionnement des milliards de machines qui constituent l'armée de la civilisation industrielle, leur soif de ressources fossiles et minérales et leur pollution inconsidérée, sans saisir la nature et la place de ces objets techniques ? Ceux-ci sont soit subalternisés par le discours scientifique (lui-même peu enclin à reconnaître le rôle primordial de la technique dans la recherche scientifique), soit enrôlés dans le camp des dominants comme forme de capital fixe : ils prennent alors valeur de symbole d'un progrès anti-humaniste et anti-social par les tenants du récit du Capitalocène⁷. La machine aliène effectivement, aussi bien son propriétaire que son usager, si ceux-ci ne la comprennent pas dans sa structure fonctionnelle, mais surtout dans sa nature même, dans sa technicité, celle qui fait advenir son individualité. Car l'objet technique, dans son essence et son devenir propre, a été écarté de la culture et de l'activité poïétique par la dévalorisation de son ustensilité inhérente depuis au moins les philosophes Grecs (Simondon, 2012, p. 86). Quant à l'époque contemporaine, bien que traversée de part en part par la technique qui a envahi non plus seulement le temps des activités professionnelles et domestiques, mais aussi phagocyté le champ attentionnel avec le réseau global d'internet et des objets connectés, tout ce qui relève des techniques digitales ou « neuro-techniques » (Stiegler, 2014), elle est de plus en plus déconnectée de la culture. Les raisons en sont multiples, l'hypercomplexité d'objets qui sont devenus des réseaux entremêlés d'automates ; les impératifs commerciaux, industriels et militaires de secret ; mais aussi ce qu'Etienne Klein appelle « le silence des ingénieurs », ce fait social qui confère une très faible médiatisation aux savoirs et aux points de vue des ingénieurs et des techniciens dans notre société contrairement aux artistes ou aux scientifiques par exemple. Bien que l'enseignement de la technique, entre autres sous l'autorité intellectuelle de Simondon,

⁶ L'allagmatique peut se définir à grands traits comme une science des opérations qui étudie les systèmes physiques, vivants et sociaux selon une approche processuelle et génétique, à l'opposé des approches métaphysiques structurelles et hylémorphiques.

⁷ Ainsi, Alf Hornborg (...) affirme que « La technologie ne désigne ni les plans détaillés, ni les connaissances en ingénierie indispensables pour construire une machine ou une infrastructure particulière, mais bien cette machine ou cette infrastructure en tant qu'entité matérielle dont le fonctionnement dans le temps nécessite des apports en combustibles et un travail d'entretien. [...] La technologie moderne est inextricablement dépendante de débits de ressources organisés par l'économie ». (p. 101) [...] elle-même « tributaire de l'échange écologiquement inégal » qui fonde le capitalisme (p. 110).

se soit transformé en une étude réflexive, c'est-à-dire un enseignement technologique impliquant d'explicitier une « culture technique » au-delà de l'apprentissage des savoir-faire et des principes techniques, celui-ci reste trop limité face à l'ampleur des bouleversements technologiques actuels.

Pour revenir à l'Anthropocène, celui-ci trahirait l'existence d'une inadaptation de l'homme au monde. Ou plutôt, selon le récit officiel, la puissance technique humaine aurait permis à l'homme de s'arracher aux contraintes sélectives naturelles, de devenir un être « super-adapté », c'est-à-dire capable de résoudre simultanément un grand nombre de problèmes adaptatifs et de définir librement ses propres normes vitales. Seulement, depuis quelques décennies, les conséquences inattendues des solutions adoptées par les sociétés industrielles notamment (pollutions, pertes de diversité biologique, changements climatiques) seraient en train de devenir elles-mêmes de nouveaux défis adaptatifs. Ainsi, outre que l'Anthropocène témoigne du fait que l'homme est devenu une force géologique, il obligerait désormais à se poser la question « L'homme peut-il s'adapter à lui-même ? » (Toussaint *et al.*, 2012). Or, derrière cette formule paradoxale, se dessine la limite de la conception classique, darwinienne, de l'adaptation selon laquelle à partir d'une variation initiale des caractères et d'une pression sélective déterminée, il résulterait automatiquement une sélection des caractères les plus adaptés. Au contraire, pour Simondon, qui reprend et dépasse les idées de Lamarck, « l'adaptation est une ontogenèse permanente ». Aux besoins et tendances qui guident l'adaptation de l'individu, Simondon rajoute la perspective de l'individuation, celle qui oblige à penser le rapport créateur entre le sujet et le milieu. Encore une fois, le sujet ne s'adapte qu'en résolvant les tensions préexistantes dans sa relation problématique aux différentes dimensions du milieu, et comme tout processus ontogénétique, l'adaptation est disparition et résolution transductive⁸, par production d'un schème de cohérence ou de résonance interne : « l'adaptation crée le milieu et l'être par rapport au milieu, les chemins de l'être » (Simondon, 2005, p. 211). En cela, sa métaphysique semble accueillir par avance les développements scientifiques récents de la théorie de l'évolution, *la Synthèse Étendue* (Pigliucci et Müller, 2010), laquelle, dans son inclusion des hérédités non-génétiques, inclut la théorie de la « construction de niche » (Odling-Smee, Laland et Feldman, 2013) qui affirme que les populations biologiques peuvent autant adapter les pressions et les ressources environnementales à leurs besoins que l'inverse par leurs capacités d'ingénierie écologique et le processus d'hérédité de niche. Ainsi, le castor et sa hutte forment un complexe adaptatif qui possède sa propre consistance évolutive, inédite et irréductible, laquelle induit une modification tout autant des populations de castors dans leur devenir biologique et social que du milieu dans son mode de fonctionnement écologique.

⁸ Selon la définition synthétique fournie par Didier Debaise, « la transduction désigne l'opération par laquelle deux ou plusieurs ordres de réalité incommensurables entrent en résonance et deviennent commensurables par l'invention d'une dimension qui les articule et par passage à un ordre plus riche en structures ». Cf. (Debaise, 2004). La transduction est une structuration de proche en proche dans la confrontation des niveaux micro et macro.

La philosophie allagmatique de Simondon, philosophie du processus et du devenir, permet d'éclairer avec acuité la situation actuelle de l'humanité dans sa relation à sa niche environnementale qui s'est étendue à la Terre entière. L'homme en tant que société véritable s'individualise sur le fond d'un milieu écologique et géographique métastable par le biais de la technique, ce processus actif guidant les objets initiaux (la société, le milieu et la technique) vers un nouvel équilibre métastable. L'*anthropos*, par-delà l'opposition originelle entre le *zoon* et le *politikon*, s'apparente dès lors à la forme transindividuelle d'un devenir où le psychique, le social et la technique se compatibilisent pour produire une unité collective en vue d'une résolution supérieure dont l'un des effets est sa puissance-monde.

Il faut cependant distinguer trois niveaux lorsqu'on évoque la figure abstraite de l'« homme » - en dehors évidemment de toute référence genrée. Il y a d'abord l'être individuel en tant qu'organisme. Or, cet individu pris isolément n'est pas le sujet de préoccupation de l'Anthropocène car aucune action ne saurait se mesurer à l'ampleur des forces anthropocéniques. Il y a aussi l'espèce humaine, dans un sens aussi bien diachronique (l'ensemble historique des êtres humains qui ont vécu sur Terre) que synchronique (les 7,5 milliards qui la peuplent en 2018). Cette espèce est bien le sujet de l'Anthropocène, et *de facto* le complexe causal total autorisant son existence et décrivant sa structure. Pour autant, s'agit-il du niveau pertinent pour expliquer l'origine et le sens de l'Anthropocène ? Il ne le semble pas si l'on suit l'approche historique critique ou marxiste qui renvoie l'Anthropocène à un capitalocène. Mais cela est aussi appuyé par l'approche philosophique : « l'espèce, nous dit Simondon, est une réalité aussi abstraite que le serait l'individu pris comme substance ». Dans le rapport au milieu, « la seule et définitive métastabilité est celle du collectif, parce qu'elle se perpétue sans vieillir à travers des individuations successives » (Simondon, 2005, p. 217). L'Anthropocène relèverait donc précisément d'un troisième sens du terme « homme », l'homme collectif tel que l'entend Simondon, c'est-à-dire d'un « groupe d'intériorité » (Simondon, 2005, p. 286), celui où les individualités façonnent le social, mais où le social, par intégration, dépasse la somme des individualités. Le social véritable n'est pas réductible à de simples conventions ou interactions interindividuelles comme l'échange de biens, d'informations ou d'exploitation compétitive de ressources. Cette synergie qui émerge du fonctionnement du collectif est ce par quoi l'action individuelle fait sens pour les autres individus.

Si le niveau d'individuation supérieur effectif, psycho-social et technologique comme médiateur de transduction, est la société, alors, il est légitime de considérer que l'Anthropocène, dans son immense instabilité, est bien le fait de sociétés oubliées du fait que le milieu et la société sont co-construits dans le processus immanent d'individuation. Les sociétés occidentales sont évidemment les premières désignées par cette réflexion pour les raisons que l'on a déjà évoquées, mais aussi parce que ce sont elles qui sont en mesure de quantifier l'état de désadaptation qui résulte de la dynamique anthropocénique grâce à leur maîtrise des sciences et des techniques,

particulièrement des instruments de mesure (satellites et sondes de mesure des gaz à effet de serre et des polluants, de la température, de l'acidité des océans, de la production primaire, etc.) et des outils de modélisation (supercalculateurs). Pour autant, l'Anthropocène se réduit-il à cet Occidentocène ? Non, bien évidemment, car il concerne aujourd'hui et pour un futur des plus lointains l'ensemble des êtres humains et de la biosphère terrestre par l'ampleur de ses effets. L'Anthropocène, comme modification de l'ensemble du milieu biosphérique, qui n'est autre que le milieu associé à l'ensemble de l'espèce, joue en réalité le rôle d'un révélateur. L'Anthropocène n'est pas tant l'ère de l'homme comme force géologique qu'un appel impérieux à résoudre les déséquilibres globaux par l'avènement du collectif humain. L'Anthropocène est un destin, celui de l'humanité comme entité tendant vers l'individuation, comme force transductive ultime afin de résoudre l'état de métastabilité grandissant du complexe biosphère-technique-humanité. L'Anthropocène est ce moment critique, lequel, selon une formulation quasi-prophétique de Simondon, « se termine par la disparition de l'espèce ou par l'apparition d'une forme nouvelle de vie » (Simondon, 2005, p. 217) !

Or, l'espèce humaine demeure encore aujourd'hui moins qu'un collectif, seulement un ensemble disparate de sociétés, pauvre en communication effective, sans intégration psycho-sociale et coordination globale transindividuelles, dont les échanges se réduisent à de l'interindividuel : essentiellement du commerce basé sur l'exploitation des ressources naturelles et le travail humain à bas coût, de la circulation de capital, de main-d'œuvre temporaire et du tourisme⁹. L'humanité en tant qu'entité socio-écologique s'apparente donc à un « groupe d'action » et non à un « groupe d'intériorité ». D'ailleurs, le milieu associé ne remplit pas son rôle de co-naissance, ne participe pas de son être de groupe, qui devrait s'ériger en « théâtre d'individuation ». Il ne peut encore se définir comme un véritable mi-lieu, lieu de relations coordonnées entre la pure *phusis* et la pure *tekhnè*, ce « troisième lieu » comme le nomme Bernard Stiegler¹⁰. Le milieu de l'Anthropocène s'apparenterait plutôt à un milieu dissocié, où « l'individuation du milieu technico-symbolique se fait au contraire aux dépens des individus psychiques. »

⁹ Bien qu'il existe des instances supranationales nombreuses (à commencer par l'ONU) et un système de communication (internet) et des réseaux dits « sociaux » globalisés, aucune intégration politique, culturelle, environnementale ou sociale à l'échelle de l'humanité ne permet pour l'heure de faire émerger les problèmes, leurs solutions et le sens de l'aventure humaine de manière cohérente, selon une véritable cosmopolitique pour reprendre le terme kantien. Cela se traduit en un « schisme de réalité » comme le nomme Aykut (2018) : d'un côté, une globalisation croissante et revendiquée de l'exploitation de la nature et du commerce mondial avec les catastrophes écologiques associées elles-mêmes globalisées ; et d'un autre côté, un régime de gestion climatique restreint aux émissions finales de GES et tellement peu contraignant et inefficace politiquement qu'il fait « l'impasse sur des aspects pourtant cruciaux du problème, tels que les problématiques portant sur les infrastructures, mais aussi l'extraction, la production, et le commerce des combustibles fossiles ».

¹⁰ Cf. article « milieu (associé/dissocié) » (Stiegler et Petit, 2013).

L'Anthropocène comme processus dynamique

Au risque de l'extinction humaine, l'Anthropocène devrait donc être pensé comme un processus d'individuation global, une *anthropocénisation*. Cela n'est possible qu'à la condition de dépasser le manque d'intériorité, la fragmentation de l'être humain jeté dans un monde où il est déchiré entre ses différents modes d'individualité et d'existence collective. « L'homme, affirme Simondon, [...] peut s'associer pour exploiter la nature ; mais il manque encore quelque chose, il reste un creux, un inachèvement. Exploiter la nature ne satisfait pas jusqu'au bout. » Pour le dire autrement, il manque un sens à l'espèce humaine, sens qui doit émerger de ce processus d'individuation global qu'est l'anthropocénisation en devenir. Cela doit être initié par la mise au jour des tensions du système couplé homme-Terre, cette métastabilité produite par l'inadéquation du métabolisme social humain au milieu global. Elle se manifeste sous forme de contradictions au niveau de l'être au monde des individus humains, pris isolément ou collectivement : depuis l'aliénation par le travail, ou aliénation « psycho-physiologique », qui nie la personnalité et le contexte de sa propre effectivité, en passant évidemment par l'aliénation technique qui redouble la première en rendant obscur à l'utilisateur de la machine, transformé en simple exécutant, les enjeux transductifs de la triade homme-machine-monde. Cette aliénation porte désormais un nom bien spécifique : c'est le Technocène. Selon Peter Haff (...), qui reprend un thème cher à Jacques Ellul, la sphère technique a atteint une autonomie telle que sa dynamique échappe au contrôle humain. Bien que l'être humain interagisse quotidiennement avec des machines ou des objets techniques, il n'interagit pas avec la technosphère ; c'est lui qui est agi par les règles et les contraintes supérieures de cette dernière, fût-il inventeur de génie ou despote tout-puissant. Selon l'approche systémique de Haff, le degré de complexité et la dimensionnalité de la technosphère rendent les décisions humaines inopérantes et impuissantes à la modifier de manière prévisible et rationnelle. La technosphère s'apparente ainsi à une sorte d'entité amiboïde globale dont les composantes extraient et transforment des ressources essentiellement fossiles pour se perpétuer en assurant l'existence de ses parties essentielles, dont la population humaine. Le Technocène n'est autre que le métabolisme géologique de la technique touchant sa propre finitude terrestre. Du point de vue de l'atome anthropocénique qu'est l'humain individuel, le déterminisme du Technocène, plus encore que la soi-disant « nature humaine » est la source véritable de cette aliénation, étrange sensation d'inéluctabilité de l'Anthropocène.

Néanmoins, si la perspective systémique permet d'éclairer l'aliénation technique, elle fige l'Anthropocène, par ce regard objectif comme venu de la planète Mars, en un Béhémot terrifiant détaché de nos existences. Si l'on veut au contraire éviter l'écueil de l'abstraction globalisante et paralysante tout en donnant un sens à l'Anthropocène/Technocène comme dynamique collective et ouverte, il faut revenir à la notion d'anthropocénisation en tant que processus d'individuation découlant du

mode d'appréhension génétique et relationnel des phénomènes, lequel invite de surcroît à décentrer, voire dépasser le débat sur l'origine et, par conséquent, sur la nature de l'Anthropocène. En effet, réduire l'essence d'un phénomène à son origine, c'est poursuivre le schème hylémorphique qui institue la forme en essence, et présuppose l'existence de cette même forme en tant que puissance qui ne demanderait qu'à s'actualiser. L'origine se rapporte donc au moment d'actualisation de ce qui était toujours déjà-là, en attente de dévoilement. Le devenir ne s'apparente plus à un devenir véritable au sens d'un surgissement ou d'une invention, mais au simple déploiement d'un plan déjà donné par avance.

Ainsi, réduire l'Anthropocène à un « Thermocène », un dérèglement global du climat terrestre résultant de la combustion massive des énergies fossiles dans le système thermo-industriel, c'est présupposer qu'il existerait d'une part un homme de « tout temps », épris de puissance énergétique depuis la maîtrise du feu, et, d'autre part, d'une matière organique fossile en attente d'être exploitée car réduite uniquement à sa dimension calorique. Contre cette approche déterministe, les historiens critiques ont au contraire surjoué le caractère contingent de cet événement, mais en le réduisant à sa signification socio-politique : celle de l'avènement d'un système où la possession du capital, déconnectée de l'effectivité du travail, se renforce par une alliance faustienne avec la puissance du feu au détriment des classes laborieuses aliénées. Or, l'approche simondonienne a pour mérite de rendre intelligible cet événement comme la résolution par un groupe d'acteurs pionniers (scientifiques, ingénieurs, industriels, politiques), de tensions antérieures dans les structures économiques, sociales et géographiques de la société de leur époque. Le fait technique y est primordial, même s'il ne se résume pas à l'invention du régulateur à boules par James Watt en 1784¹¹. En effet, la machine de Watt ne fut pas créée ex-nihilo : sa lignée est issue des machines artisanales du 18^e siècle tirant leur force motrice de l'eau et adaptées progressivement aux machines thermodynamiques industrielles du 19^e (Simondon, 2012, p. 67). Les inventions successives dans le domaine des machines thermodynamiques témoignent de la formidable effervescence de la pensée technique et du besoin de résolution d'un champ transindividuel, c'est-à-dire non réductible aux seules contraintes du travail et de l'économie. Car, pour Simondon, « le fondement des normes et du droit dans le domaine industriel n'est ni le travail, ni la propriété, mais la technicité » (Simondon, 2012, p. 252). Faits techniques, sociaux, économiques et politiques se synchronisent par transduction pour définir un système dont le fonctionnement n'était pas donné et prévisible à l'avance. Il y a « conditionnement réciproque » (Simondon, 2012, p. 253). L'industrialisation est toutefois bien à l'origine d'une aliénation relative au monde du travail qu'elle a engendré, mais aussi d'une aliénation proprement technique qui provient du fait que l'ouvrier qui travaille avec, voire qui « commande » la machine,

¹¹ Cela n'empêche pas de reconnaître dans cette invention une illustration magistrale du processus simondonien de « concrétisation » technique en ce que la régulation de la machine à vapeur, autrefois externe, devient désormais comme organiquement constitutive de son fonctionnement.

n'est pas censé prêter attention « au fonctionnement technique, entretien, réglage, amélioration de la machine, qui prolonge l'activité d'invention et de construction. » Cette aliénation n'est pas sans répercussions sur l'utilisation et le statut de l'objet technique dans notre société qui l'exclut du monde culturel, et enferme l'utilisateur dans la passivité du consommateur. C'est ainsi que sont rendues possibles certaines conséquences absurdes de cette aliénation comme l'obsolescence programmée où les objets, dont le design empêche les réparations, sont programmés pour tomber en panne et être remplacés¹².

Pour revenir au développement exponentiel de la société industrielle, la société en expansion, basée sur l'exploitation de la nature et des hommes, ne parvient pas à une intégration suffisante. Elle constitue néanmoins une étape vers une individuation plus étendue, partant de la société et s'étendant à l'humanité et à la planète entière, grâce notamment aux progrès dans les transports et les communications. Mais chaque étape transductive fait face à ses propres limitations, à l'adéquation toujours inaboutie entre l'individu, le collectif en voie d'individuation mais limité par sa dynamique interindividuelle, et la réponse du milieu associé. Chaque étape, saut inventif qui fait émerger de nouveaux systèmes techniques et leurs technicités associées, est ainsi reprise de l'équilibre métastable antérieur dans un mouvement tendu vers la résolution des disparités qui se font jour entre les différents modes d'activité humaine, et ceci, de manière itérative et intégrative.

En fin de compte, il n'y a pas à trancher entre l'Écocène, l'Agriculturocène, le Plantationocène, le Thermocène ou le Nucléocène ; chacun, bien que marqué par un événement fondateur et une dynamique ininterrompue, traduit un mode d'individuation collectif, qui, au lieu de se substituer aux précédents, l'assimile pour poursuivre le chemin d'anthropocénisation, lequel se détermine de manière immanente à sa propre progression. Vouloir définir l'Anthropocène selon une périodisation absolue repose inévitablement sur une forme d'arbitraire. À l'échelle géologique, cet Anthropocène apparaît plus comme une coupure que réellement comme une période, et la détermination de cette limite par un « clou d'or » comme il est de coutume en stratigraphie semble pour le moins sujette à caution¹³. De surcroît, penser l'Anthropocène comme une dynamique résultant de potentiels métastables toujours provisoirement et imparfaitement résolus nous évite de tomber dans l'abstraction globalisante dénoncée par Bruno Latour¹⁴.

Enfin, cela nous force à affronter la question des chances et des capacités de poursuite de ce procès d'anthropocénisation, récemment nommé « progrès »¹⁵. Atteint-on un

¹² D'un point de vue marxiste, on pourrait affirmer que le capitalisme arrive à un point de contradiction proprement technique où la technicité se retourne contre elle-même.

¹³ Cf. https://fr.wikipedia.org/wiki/Point_stratotypique_mondial

¹⁴ Sous l'amusant sobriquet de « globalivernes ».

¹⁵ Pour Simondon, le progrès signifie que « les conditions techniques du devenir social » soient compatibles avec le respect de chaque homme. Cf. (Barthélémy, 2015).

niveau inédit de perturbation ou de dissociation du milieu naturel tel qu'il remette en cause la possibilité de résolution des tensions et des incompatibilités des ensembles techniques humains par une individuation de l'espèce humaine à l'échelle globale ? L'Anthropocène n'annoncerait-il pas un mouvement de désindividuation, de désagrégation des structures anthropiques les plus globalisées, d'effondrement des ensembles techniques, vers des entités socio-techniques plus circonscrites et connectées de manière disparate dans un milieu instable ?

L'éducation à l'heure de l'Anthropocène

On ne peut sonder ici les potentialités et les contradictions de notre système global, plus métastable que jamais, quoique ce travail multidisciplinaire et systémique, qui se traduit par des simulations globales (rapports du GIEC, de l'IPBES, en remontant jusqu'au *Club de Rome*), reste d'une importance cruciale pour préparer les transformations à venir. Aussi puissantes soient-elles, ces modélisations ne peuvent cependant prévoir les types d'individualités et les comportements des humains du futur dans la mesure où ceux-ci dépendent en partie de nos actions et de nos pensées présentes. Or, l'institution déterminante en ce domaine, celle dont la tâche par excellence consiste en la préparation de l'avenir, demeure l'école, celle où, pour reprendre Simondon, l'individu connaît une « seconde naissance » (Simondon, 2005, p. 216), celle du collectif, qui se traduit par une seconde individuation, l'individuation psycho-sociale. Le génie de Simondon est d'avoir compris qu'il n'existe pas de psychique pur et que, si l'on suit Stiegler, on peut même affirmer que « l'intelligence individuelle n'existe pas » (Stiegler et Petit, 2013). De plus, l'individualisation, la définition de la personnalité, est une mise en cohérence permanente avec la normativité sociale par un phénomène de transduction, dans le prolongement et en résonance avec l'évolution du collectif et du milieu associé. Grâce à l'institution scolaire, la société en tant que collectif, seule entité qui assure la continuité vitale indéfiniment en relation avec le milieu, « transmet », « recrée » et « réassume » (Simondon, 2005, p. 216) l'information par laquelle elle s'individualise, c'est-à-dire la culture.

Or, la culture est « ce par quoi l'homme règle sa relation au monde et sa relation à lui-même ». Pour réconcilier en profondeur la culture avec la technique, Simondon va procéder dans du *Mode d'Existence des Objets Techniques* à une opération complexe consistant à réconcilier également la nature à la fois avec cette culture et avec cette technique. « Si la culture n'incorporait pas la technologie, elle comporterait une zone obscure et ne pourrait apporter sa normativité régulatrice au couplage de l'homme et du monde » (Simondon, 2012, p. 227). On sait l'importance qu'eut Simondon pour la généralisation de l'enseignement technologique depuis l'école primaire jusqu'au lycée en passant par la mise en place de l'EMT au collège (Calmettes, 2002). Il s'agissait principalement de faire entrer les vertus de l'activité technique dans le curriculum des élèves afin de contrebalancer la quasi-hégémonie des savoirs théoriques et purement

intellectuels ; et au lycée, de préparer les futurs techniciens à relier les considérations techniques à leurs enjeux économiques et sociétaux. Il s'agit désormais de faire de la technologie l'une des portes d'entrée de l'enseignement anthropocénique, celui qui aborde la question de l'Anthropocène par ses causes matérielles, en complément du diagnostic sur l'état de l'Anthropocène et sur l'évaluation de ses effets biosphériques et sociaux majeurs.

Forts de l'analyse que nous venons de mener autour de l'Anthropocène, se posent deux questions complémentaires et indissociables à l'école : comment enseigner l'Anthropocène aux futures générations d'humains et comment former des humains pour inventer un futur à l'Anthropocène ? car l'enseignement anthropocénique ne saurait se restreindre à une transposition de savoirs savants, mais doit aussi réévaluer le geste même de l'apprentissage.

Le premier et le plus fondamental des changements de paradigme pédagogique à envisager selon l'approche transindividuelle de Simondon est que « l'individu n'est pas un être mais un acte » (Simondon, 2005, p. 190). « Il emmagasine, transforme, réactualise et exerce le schème qui l'a constitué ; il le propage en s'individuant ». A cette fin, « l'individu condense de l'information, la transporte, puis module un nouveau milieu » car « l'individu est l'être capable de conserver ou d'augmenter un contenu d'information. Il est l'être autonome quant à l'information, car c'est en cela qu'est la véritable autonomie » (Simondon, 2005, p. 191). L'école peut ainsi se définir comme l'institution sociale à même de conduire par l'apprentissage l'ensemble jeunes générations d'humains à l'autonomie, notamment à l'autonomie informationnelle, c'est-à-dire à les rendre capables de repérer, interpréter et utiliser à bon escient les informations à leur disposition (naturelles, linguistiques, sociales, techniques). Mais en tant qu'institution, l'école, bien qu'au cœur de la société en tant qu'elle assure le renouvellement et la continuité historique de celle-ci, ne s'en distingue pas moins par son fonctionnement, ses valeurs et son environnement – la « sanctuarisation » de l'école. Ce faisant, l'école produit son propre « milieu associé » au sein duquel l'individu apprenant participe d'un processus de genèse découplé de son individuation psycho-sociale « réelle », c'est-à-dire extra-scolaire dans sa confrontation avec la réalité du milieu socio-écologique total.

S'il est confortable de considérer l'apprenant comme un être « en puissance » qui accèdera à la pleine responsabilité sociale une fois qu'à l'aide des compétences que lui aura transmises l'école, il réalisera, en dehors de cette même école, ses potentialités, le considérer comme une individualisation toujours en cours et jamais achevée, qui participe du fonctionnement global de la société et de la biosphère, nécessite d'interroger à nouveaux frais le rapport entre l'apprenant, les savoirs (théoriques, -être, -faire), l'institution scolaire et le milieu socio-écologique global.

Ainsi, cette genèse de l'individu apprenant se raccroche à l'historicité de l'Anthropocène en ce que cette genèse doit s'intégrer au stade de la dynamique

anthropocénique en cours, tout en anticipant son devenir. Pour cette raison, l'individu est toujours en relation double et amphibologique avec ce qui le précède et ce qui le suit. Or, à l'exception de l'éducation au développement durable (EDD) et d'activités exploratoires trop rares, les programmes scolaires sont fortement surdéterminés par ce qui précède les individus en formation, comme si le futur était largement absent de l'horizon de formation des futurs citoyens. De plus, la notion de développement durable pose problème en ce qu'elle n'anticipe pas nécessairement le futur, mais prescrit seulement le souhaitable, sans même toujours s'assurer qu'il soit réalisable.

La notion d'Anthropocène n'a pas a priori de visée normative, mais anticipative, la dynamique qu'elle décrit étant difficilement infléchissable pour les décennies à venir. Le paradoxe est alors que c'est au moment où le futur devient incertain dans sa réalisation humaine (quoique de plus en plus certains dans ses déterminations mésologiques et écologiques) et que surgissent ses virtualités catastrophiques, qu'on doit interroger le devenir propre au régime d'individuation des futurs apprenants. Autrement dit, s'il paraît plus que souhaitable d'aborder frontalement dans les programmes scolaires les anticipations anthropocéniques, c'est au moment où l'avenir des futurs humains entrevoit des crises majeures.

Enfin, l'Anthropocène, comme nous l'avons longuement montré, n'est pas seulement un régime de fonctionnement de la biosphère parmi d'autres, mais un monde qui témoigne d'un dérèglement entre l'action humaine et le milieu associé. C'est, souligne Simondon, « un monde qui ne coïncide pas avec lui-même parce qu'il ne peut être vu d'un unique point de vue » (Simondon, 2005, p. 190). Si ce constat est valable dans le rapport adaptatif entre l'individu et son milieu, il l'est tout autant au niveau collectif où entrent en résonance les individuations techniques et psycho-sociales en rapport avec un milieu géographique, représenté et transformé par l'action humaine.

L'enjeu « existentiel » de l'école consiste à pouvoir compatibiliser, intégrer le milieu scolaire avec le milieu social et géographique des générations humaines en devenir ; de pourvoir rendre les actions de l'individu en train de s'individuer en accord avec le véritable milieu techno-géographique, de saisir les conditions historiques et participer à la dynamique d'anthropocénisation ; de comprendre enfin les risques et les enjeux graves des anticipations anthropocéniques pour le futur proche et à l'horizon d'une vie, que l'on nomme cela crise, collapse, catastrophe, dérèglement ou dépassement.

Il faut pour cela rendre toute action pédagogique signifiante, personnellement et singulièrement signifiante. Car, nous l'avons déjà souligné à propos de l'action adaptative – expression pléonasmique chez Simondon – « l'action n'est pas seulement une modification topologique du milieu ; elle modifie la trame même du sujet et des objets [...] ce sont les incompatibilités de disparation qui sont surmontées et intégrées grâce à la découverte d'une dimension nouvelle ». Si par cette formule Simondon évoque l'opération de transduction qui concerne l'individuation socio-technique, il semble tout à fait possible par un parallélisme conceptuel de penser un processus

d'individuation psycho-social pédagogique, celui qui est propre au milieu scolaire. Car, comme le rappelle Jean-Hugues Barthélémy (2018, p. 61), les expériences neurologiques montrent que langage et manipulation d'objets (technique) activent dans l'enfance la même zone cérébrale : l'aire de Broca. Le langage ne constitue pas une propriété humaine par essence au sens où elle définirait l'homme ; il s'agit d'une propriété technique, bien que de nature cognitive, du traitement des données perceptives et émotionnelles par la mémoire et la logique en vue de l'action individuelle et collective. Cette grammatisation, pour reprendre le vocable stieglerien, par la parole ou l'écriture de ces données permet une rétention et un traitement beaucoup plus approfondi de l'information qu'il ne l'est dans les langages animaux ; mais il n'est pas de nature différente. La singularité humaine est d'avoir ensuite pu coordonner l'agilité langagière avec l'agilité manuelle pour développer des techniques matérielles de plus en plus complexes. Toute technique, aujourd'hui plus que jamais, ne peut se transmettre et se transformer qu'à l'interface langage/ technique¹⁶ (Barthélémy, 2018, p. 62).

La technique (qui est aussi une science) déterminante dans le milieu scolaire n'est autre que la didactique, technique conceptuelle et matérielle de facilitation et d'accélération du développement cognitif des individus, autrement dit d'individuation psycho-sociale. Si l'objet Anthropocène ou le thème de l'anthropocénisation peuvent être abordés suivant une pluralité de méthodes didactiques comme les Questions Socialement Vives (quoique nous ayons quelques réserves à ce sujet¹⁷) ou les tâches complexes, nous soutenons néanmoins que la méthode didactique la plus courante dans l'enseignement des sciences expérimentales (géologie, chimie, climatologie, écologie, technologie, etc.) la démarche d'Investigation, n'est pas la plus à même de faire saisir la nature de l'Anthropocène bien que ses caractéristiques soient connues grâce aux sciences naturelles et humaines. Cette démarche constructionniste inspirée de la pensée pragmatique de Dewey autour du rôle dévolu à l'enquête dans la formulation de vérités circonstanciées conduit l'élève à ré-énactier dans un cadre pédagogique les grandes étapes de la démarche expérimentale du chercheur afin de construire activement ses savoirs théoriques et pratiques (Coquide, Fortin et Rumelhard, 2009). Bien qu'en théorie cette démarche, comme l'enquête deweyenne, vise à transformer une situation indéterminée en une situation contrôlée qui permette d'aboutir à un « tout unifié » (Dewey, 1993), en pratique elle vise à produire un savoir analytique et précis sans visée totalisante. Or, l'investigation de l'Anthropocène nécessite précisément de parvenir à une compréhension synthétique. De plus, la démarche d'investigation risque d'achopper devant certaines difficultés relatives à l'objet Anthropocène lui-même :

¹⁶ Par langage, il faut comprendre au-delà des langues vernaculaires, les langages spécialisés et surtout les langages formels : mathématique, algorithmique, etc.

¹⁷ Cf. ci-dessous.

- L'échelle des phénomènes ainsi que leur dimension historique empêche évidemment de mener des expérimentations, même si ce handicap peut être contourné par des enquêtes documentaires comme en géologie, ou encore des sorties sur le terrain qui permettent d'interpréter *in situ* les processus anthropocéniques à l'œuvre. Une visite de la Mer de glace [pour combien de temps encore ?] permet ainsi de visualiser directement les effets du changement climatique.
- La dimension humaine de l'Anthropocène nécessite de considérer avec des grilles d'analyse herméneutiques les résultats d'expériences portant sur les dimensions sociales, économiques, politiques ou techniques liées aux phénomènes anthropocéniques.
- La complexité de l'Anthropocène découle du fait qu'il est plus que la somme de phénomènes pris isolément, et qu'une analyse systémique et globale doit être menée.
- Enfin, la compréhension de l'Anthropocène requiert une approche subjective, immersive, située ou encore autocentrée : il s'agit non seulement d'expliquer, mais aussi de comprendre à la première personne les effets et les enjeux de l'Anthropocène.

Nous suggérons, en complément de la démarche d'investigation (DInv), qui a pour objet d'arriver à un savoir théorique analytique éprouvé, de définir un nouvel outil didactique, la *démarche d'intégration* (DInt) qui a pour objet de relier les différents savoirs disciplinaires – souvent eux-mêmes insuffisamment synthétisés – autour d'objets complexes, et même « hypercomplexes » au sens où nous sommes en tant qu'individus et sociétés humaines des êtres complexes participant d'un système lui-même complexe, comme l'Anthropocène.

Cette démarche, à l'instar de la DInv, trouve aussi son fondement dans la logique de l'enquête de Dewey avec l'objectif de parvenir justement à construire à l'issue de l'enquête une situation où les éléments forment un « tout unifié », non pas au sens absolu, mais relativement à la situation propre de l'élève-enquêteur. En sus de sa filiation pragmatiste, la DInt s'inspire de deux courants épistémologiques, qui, s'ils trouvent chacun leur source profonde de réflexion dans la physique des systèmes complexes et de la cybernétique, procèdent de deux approches différentes : la première, la philosophie simondonienne, s'inscrit dans la tradition continentale d'une métaphysique processuelle qui explore l'intuition de l'individuation, appliquée aux systèmes autant physiques et techniques que sociaux et biologiques. Ainsi, la DInt possède pour objectif de parvenir à une forme d'« incarnation » collective du sens, et ne pas se limiter à des significations langagières. La seconde approche, la pensée complexe d'Edgar Morin (2008), de tradition plus analytique, explore les ressources mises à disposition par la théorie générale des systèmes et la cybernétique pour saisir les modalités réflexives de la pensée humaine dans les domaines de la connaissance, de l'éthique et de la philosophie. Elle présente notamment toute une palette d'outils

pour parvenir à intégrer les significations diverses d'un phénomène : « connaître, soutient-il, c'est, dans une boucle ininterrompue, séparer pour analyser, et relier pour synthétiser ou complexifier » (Morin, 2014, p. 76). Or, la seconde opération de la pensée telle que la définit Morin est souvent réduite à une phase de synthèse (comme dans la DInv où elle constitue l'avant-dernière étape) sans être suffisamment explicitée. Cette pensée globale devrait s'enseigner selon lui en suivant quatre principes complémentaires : le système, la circularité, la dialogique et le principe hologrammatique. Ces principes ont été repris et enrichis par Francine Pellaud (2017) dans le cadre de l'enseignement au développement durable en leur adjoignant plusieurs autres principes comme ceux d'ambivalence ou d'interdépendance. Si l'analyse de Pellaud éclaire l'application de la pensée complexe à l'EDD, et *a fortiori* à l'EA, nous pensons néanmoins pouvoir enrichir la démarche complexe appliquée à l'Anthropocène en lui adjoignant les recommandations de Bruno Latour sur la « re-terrestrialisation » des connaissances globales, et en empruntant pour cela une démarche par étape inspirée des modalités de la DInv.

La DInv a pour objet de rendre l'élève acteur et co-constructeur de la découverte et de la validation de nouveaux savoirs scientifiques ou techniques en partant d'une situation problème, en poursuivant par un travail inductif de formulation d'hypothèses, puis en imaginant déductivement comment tester ces hypothèses¹⁸. Enfin, soit à l'aide de dispositifs expérimentaux réels, soit à l'aide de documents ou de modèles, il s'agit de parvenir à sélectionner les hypothèses de départ correctes, d'interpréter ces résultats et de les valider dans le contexte plus large des connaissances déjà acquises. Cette démarche analytique, qui s'appuie sur l'isolement et l'exploration d'un phénomène afin de formuler un savoir autonome à son sujet, comporte bien une phase de synthèse finale, celle qui consiste à intégrer le savoir nouvellement validé dans les savoirs scolaires déjà acquis. De plus, cette phase de synthèse est censée conforter un changement conceptuel par rapport aux conceptions initiales de l'élève confronté à la situation-problème initiale (Bächtold, 2012). Cependant, cet attendu est rarement souligné ou évalué, faute sans doute d'une mise en œuvre méthodologiquement structurée de la synthèse qui équivaut pour beaucoup à un récapitulatif ou à une démarche additive. Il manque clairement pour les phénomènes systémiques et globaux une approche synthétique en propre, qui ne se résume pas à un simple récapitulatif, mais qui s'ouvre sur un processus de rétention (ou « re-tension ») active et ouverte, une forme d'individuation. Cette démarche que nous baptisons démarche d'intégration, se veut tout autant active et constructionniste dans sa démarche que la DInv, car il s'agit bien de faire de la synthèse une démarche active de construction de savoirs. Mais elle ne saurait se contenter de savoirs abstraits ; elle doit aussi en permanence entrer en résonance avec les actions (réelles ou

¹⁸ Les sept étapes officiellement recommandées constitutives de la Démarche d'Investigation peuvent être consultées sur le site suivant BOEN : http://media.education.gouv.fr/file/special_6/52/7/Programme_physique-chimie_33527.pdf :

potentielles) et les compétences relationnelles de l'élève. L'intégration est une mise en tension de savoirs mais aussi d'actions et même de valeurs et de normes relatives à la condition de « terrestre ».

Par ailleurs, si la DInt s'applique à des problématiques largement congruentes avec ce qui est désigné comme des Questions Socialement Vives (QSV), elle ne s'en démarque pas moins des méthodes et des approches mobilisées pour enseigner ces QSV. Les QSV relèvent du champ des « éducations à... » et portent sur des questions à la fois débattues en société et faisant l'objet de controverses scientifiques ou techniques comme « les OGM », « l'IA », « le changement climatique ». L'enseignement des QSV est structuré principalement autour de débats « réglés » ou « argumentés » (Legardez, 2016). La première distinction que nous opérons avec cette forme de *disputatio* pédagogique est que celle-ci a pour objectif de faire émerger la complexité des QSV à partir du processus de confrontation des idées et des arguments.

Or, le risque est bien réel que les apprenants relativisent cette complexité en ne la tenant que comme un épiphénomène émergeant des perspectives limitées des débatteurs, des positions et des savoirs qu'ils avancent. Au contraire, poser d'emblée que la complexité est constitutive de l'objet socioscientifique étudié (comme l'Anthropocène) permet ensuite aux échanges et aux débats encadrés par la DInt d'appréhender et d'explorer cette complexité sans la réduire. Deuxièmement, l'objectif des QSV, comme il est mentionné dans une de leurs définitions, est de transmettre l'idée qu'« en situation de controverse, on recherche davantage le socialement juste que le scientifiquement vrai » (ENSFEA 2019). Si la dimension critique des QSV doit légitimement questionner le penchant positiviste des enseignements scientifiques (Voisin 2018), il n'en demeure pas moins qu'un surinvestissement dans les dimensions sociétales, axiologiques ou militantes des QSV peut facilement reléguer au second plan les dimensions scientifiques et techniques. Contre ce risque de dérive, nous soutenons que la DInt, tout en faisant émerger l'incertitude, doit partir du scientifiquement vrai pour envisager le socialement juste. Enfin, d'un point de vue épistémique, la mise en scène des controverses et des incertitudes est fondamentale pour expliquer la « vivacité » des QSV.

Or, le doute est une arme à double tranchant. S'il est salutaire que les apprenants découvrent que les problèmes socioscientifiques se démarquent largement des problèmes scolaires et qu'ils nécessitent des compétences traditionnellement négligées par l'institution comme l'inventivité ou la négociation, il ne faudrait pas que le flou intrinsèque à une QSV cache une forme d'agnostologie forgée par de puissants lobbys. Or, c'est malheureusement ce dont a été victime la question du changement climatique, lequel était clairement établi depuis le rapport Charney de 1979 (Oreskes et Conway, 2012) et ne saurait dès lors faire l'objet d'une QSV.

Revenons à la démarche d'intégration pour laquelle nous suggérons les étapes suivantes :

- I. Le « choix d'une situation-problème » : il n'y a ici aucune différence avec la DInv, sauf que cette situation problème concerne un système d'emblée et irréductiblement complexe. Cette complexité doit être la résultante de l'activité humaine dans la mesure où elle met en scène plusieurs niveaux hiérarchiques, des molécules jusqu'à Gaïa (ce que Bruno Latour nomme des « puissances d'agir »), plusieurs sous-systèmes hétérogènes (technique, économique, biologique, etc.), une histoire non linéaire, des perspectives et des rapports au milieu différents (depuis le point de vue global, jusqu'aux situations collectives et individuelles des élèves). Typiquement, le questionnement peut concerner une situation anthropocénique actuelle, son histoire, les processus en cours et son futur. Par exemple : « quel est le métabolisme global du système agricole industriel actuel et quels sont ses effets anthropocéniques ? »

- II. L'« appropriation du problème par les élèves » ou phase de problématisation. En s'appuyant sur les conceptions simondoniennes, il s'agit de susciter chez les élèves une expérience de la disparation, par exemple de considérer un système socio-technique dans son milieu associé selon différents points de vue, une perspective globale et une perspective située et subjective, afin de mettre en évidence les différences de perception et d'interprétation d'un phénomène. Cela suppose de déterminer, au moins provisoirement dans cette phase, le système, ses composants, ses limites, son milieu associé ou environnement. On peut aussi proposer de raisonner en identifiant les puissances d'agir (depuis une molécule de CO₂ jusqu'à Gaïa) et en particulier l'agir technique (du silex jusqu'aux réseaux globaux), car toute situation anthropocénique implique de fait une composante technique. On peut ainsi mettre en regard une perspective globale, technocénique, abstraite, et une perspective subjective, concrète, celle d'un usager ou acteur du mégasystème. Par exemple, l'ensemble du système de machines agricoles et leurs agrosystèmes associés en regard du point de vue du consommateur urbain occidental qui souhaite accéder à une nourriture économique, mais aussi sûre, de qualité et responsable écologiquement, et de mettre en évidence comment aujourd'hui ces deux perspectives sont en tension, et surtout non soutenables du point de vue biosphérique et humain.

- III. La « formulation de conjectures, d'hypothèses intégratives, de procédures possibles » qui conduit à l'élaboration éventuelle de tests d'hypothèses ou d'expériences de pensée doit se traduire dans la DInt par des conjectures portant sur les modes de relations (« opérateurs de reliance » selon Edgar Morin), de dynamiques ou d'actions qui expliquent le comportement et l'évolution globale du système. Les propositions envisageables ont pour but de répondre aux interrogations suivantes : Quels états sont possibles ? Comment est-on passé d'un état du système à un état ultérieur ou comment réagit le

système à une contrainte ? Comment interagit un système avec son milieu ? Quelles évolutions combinées humain-technique-milieu peuvent se produire ? Par exemple, pour l'évolution de l'agrosystème, l'une des hypothèses intégratives est que la disposition d'énergies fossiles concentrées a conduit à une transformation radicale des agrosystèmes. Cela est-il confirmé par les flux d'énergie et de matière, les évolutions techniques, l'uniformisation des cultures et des paysages, l'hétéronomie homme/machine/terroir, etc. ?

IV. La phase d'investigation devient ici une phase d'intégration. Grâce à des compilations de résultats d'expériences réelles, de pensée, mais aussi des observations ou de la documentation ou encore des modélisations, elle doit permettre par transduction de mettre en évidence les relations de cause à effet, les scénarios, les émergences, les devenir possibles, les feedbacks (effet stabilisateur ou effet « rebond »), les *récurtivité* (accélération exponentielle ou au contraire décélération rapide), les formes d'inclusivité, de cohérence et de finalité des techniques ou au contraire des incohérences, des incompatibilités et des voies d'achoppement. En reprenant l'exemple des agrosystèmes, il s'agit alors de documenter la phrase de Jean Laherrère selon laquelle « L'agriculture est devenue une filière de transformation du pétrole en nourriture »¹⁹. On peut suivre par exemple la production, le devenir de matières agricoles, la technicité (vers des machines plus puissantes, mais aussi plus précises et plus autonomes), une division du travail plus poussée et le milieu associé et les conséquences socio-écologiques : des surfaces plus productives, mais plus pauvres écologiquement. On pourra identifier les rétroactions positives de la dynamique anthropocénique en cours : plus de concentration et d'intensification de la production grâce aux énergies fossiles, ce qui implique plus de déforestation et plus d'engrais, ce qui renforce les émissions de GES à tous ces niveaux. L'augmentation des taux de CO₂ et de la température peuvent induire à leur tour une plus grande productivité à certaines conditions. Inversement, des rétroactions négatives, de plus en plus puissantes, se manifestent par les sécheresses induites par le réchauffement climatique, ou encore la perte de fertilité des sols qui entraîne la baisse de production qualitative et quantitative.

V. L'«échange argumenté autour des propositions élaborées » c'est-à-dire de validation des résultats intégratifs doit déboucher sur la compréhension d'un système ou d'un phénomène complexe comme saisie d'ensemble ou appréhension d'un sens émergent, lequel peut conduire à : la compatibilisation entre action (médiatisée par la technique) et pensée ; la mise en perspective

¹⁹ Cf. http://www4.ac-nancy-metz.fr/techno-truffaut-hettange/25/images/stories/3eme/ci2/materiaux/R4_petrole_combien_de_temsp_encore.pdf

hologrammatique qui correspond à une réflexion transindividuelle - en quoi mon point de vue entre en résonance avec le système et inversement, en quoi le système se reflète dans mon action ou situation ? Ensuite, de manière itérative, il peut être fait retour à l'étape III à un autre niveau ou avec d'autres données, et cela de manière répétée ; car la boucle est le dispositif essentiel de la pensée anthropocénique. Pour Bruno Latour (2015, p. 184) nous devons nous « envelopper dans un grand nombre de boucles, de sorte que, progressivement, de fil en fil, la connaissance du lieu où nous résidons et des réquisits de notre condition atmosphérique puisse gagner une plus grande pertinence et être ressenti comme plus urgent ». Sans que Latour ne parle d'« intégration », l'idée y est manifestement exprimée lorsqu'il affirme que cet apprentissage itératif doit conduire à « une fusion lente et progressive des vertus cognitives, émotionnelles et esthétiques » et qu'« après chaque passage d'une boucle, nous devenons *plus sensibles* et *plus réactifs* aux fragiles enveloppes que nous habitons »²⁰ (p. 184).

Pour poursuivre l'exemple de l'agrosystème, le travail d'intégration peut s'appuyer sur la page « révolution verte, obésité et malnutrition » de l'*Atlas de l'Anthropocène* (Gemenne et Rankovic, 2019, p. 68) lequel permet de relier le système agricole aux effets en aval comme la malnutrition et donc les effets directs que ressentent les élèves dans leur alimentation. Ainsi peut s'ouvrir une large compréhension du système agricole qui doit conduire à s'interroger sur l'accentuation ou non de cette intégration industrielle, sur sa soutenabilité, sur la possibilité d'absorber plus de GES que d'en émettre, etc.

VI. La phase d'« acquisition et de structuration des connaissances » ou d'interprétation et de transcription des résultats doit faire ressortir les éléments de savoir et de méthode acquis. Il s'agit à la fois d'une synthèse enrichie mais aussi d'une dialogique, laquelle doit mettre en lumière que l'intégration n'est jamais totale, qu'il subsiste toujours des inconnues, des contradictions, des puissances inexplorées. Cela doit déboucher sur la nécessité de compléter les savoirs, et surtout d'imaginer des voies possibles d'évolution inédites, des inventions techniques et des reconfigurations anthropocéniques, c'est-à-dire techniques, sociales, écologiques et finalement politiques. Une DInt ne débouche jamais sur une vérité « définitive », mais sur un sens et ses possibles associés, une situation anthropocénique ou terrestre pluriséculaire et pluridimensionnelle ouverte sur ses futurs, voire même ses utopies et dystopies rattachées. Cette phase illustre la dimension pragmatique au sens deweyen de la Dint car ce n'est que lorsqu'on « sent » les conséquences de son action qu'on est capable de prendre « conscience de la teneur du monde qui [nous] résiste » et envisager la mesure de sa responsabilité (Latour, 2015, p.183).

²⁰ Les italiques dans l'original.

Pour conclure notre exemple de l'agrosystème, l'aliment apparaît comme l'élément essentiel par lequel l'élève peut se sentir responsable du mode de production qu'il favorise ; il peut alors penser un autre rapport à l'aliment, lequel doit induire un autre rapport à la production, par des techniques moins émettrices de GES en particulier. Il peut alors imaginer l'alimentation comme un puits, et non comme source de GES ; penser l'alimentation selon un cycle et non un flux unidirectionnel ; développer une autre vision de l'habitabilité, du lien social, etc.

VII. Enfin, la « mobilisation des connaissances » porte sur des exercices et des évaluations mettant en jeu les résultats de l'intégration.

D'un point de vue pédagogique plus large, il apparaît clairement que la DInt, contrairement à la DInv, produit un savoir singulier et ouvert, comme la trace d'une individuation mettant toujours en relation le sujet et le système par des boucles d'intégration toujours plus riches. Si la DInv est structurée selon deux phases principales : une phase créative ou inductive de formation d'hypothèses puis une phase déductive de sélection d'une seule réponse qui est validée comme savoir analytique nouveau, nous reprenons à notre compte l'analyse de Julien Gautier (2009) qui promeut la créativité à l'école, en stimulant et structurant à notre niveau cette créativité par la DInt : « se singulariser, s'individualiser, produire de l'inédit (nouvelles idées, nouveaux savoirs, nouveaux goûts, etc.), c'est selon nous un processus qui relève de ce que l'on pourrait appeler, dans le sillage de Bernard Stiegler, une *dynamique de l'adoption*²¹, mettant en jeu une tension entre des « sujets » et des « milieux », qui se co-individuent dans et par leur relation même. » [...] Adopter un milieu, c'est s'y inventer en transformant ce milieu même par une « récurrence de causalité » ». En cela, Gautier ne fait que poursuivre l'analyse de Simondon (1992), pour qui « adapter un être à une société métastable, c'est lui donner un apprentissage intelligent lui permettant d'*inventer* pour résoudre les problèmes qui se présentent dans toute la surface des relations horizontales ».

Pour résumer, intégrer c'est inventer. La DInt devrait ainsi être mise en œuvre dans un lien étroit avec les enseignements technologiques afin d'éprouver, au moins potentiellement, la puissance et les limites de l'inventivité technique. A l'heure où la société est plus métastable que jamais du fait même de processus anthropocéniques, l'inventivité a plus que jamais sa place à l'école. Car, il ne faut pas oublier qu'à chacune de ses étapes, l'Anthropocène rétroagit en retour sur les modes d'individuation des êtres humains, en dilatant certaines étapes (l'éducation qui rend les individus hypertéliques) et en atrophiant d'autres facultés (comme la perception et l'action en lien avec l'environnement naturel). Un dialogue école/Anthropocène est inévitable. Autant le préparer et l'anticiper.

²¹ (Stiegler, 2008)

L'éducation à l'Anthropocène au-delà de l'éducation au développement durable

Plusieurs auteurs voient à juste titre dans l'irruption de l'Anthropocène comme nouvelle notion à enseigner une rupture par rapport à l'éducation au développement durable (EDD). Michel Lussault affirme qu'« on peut alors concevoir l'Anthropocène comme le moment culturel et esthétique réflexif, où les (des) individus et les (des) sociétés humaines (re)prennent conscience, sur un mode inquiet, de leur condition vulnérable – à la fois, en même temps et intégralement globale et locale –, de leur implication directe dans cette vulnérabilité systémique et transcalaire et de la nécessité conséquente de redéfinir de nouvelles façons d'habiter la Terre » (Lussault, 2015). L'ampleur de notre remise en cause de condition de terrien est en effet sans commune mesure avec les objectifs consensuels et la mise en œuvre largement volontariste des mesures de développement durable. Selon Le Gall, Hamant et Bouron (2017), l'enseignement de l'EDD au collège serait d'ailleurs en recul depuis 2010 en s'appuyant sur la très faible occurrence de l'expression dans les recommandations officielles de l'EN. Il serait en partie remplacé par la notion pour le moins vague de « changement global », alors que la notion d'Anthropocène n'y apparaît pas encore. Toutefois, l'EDD n'est pas si moribonde comme en témoigne le site du MEN²² consacré à la dernière déclinaison politique du concept, les Objectifs de Développement Durable 2030 (ODD 2030). Mais par là même, le site montre à quel point le développement durable est un concept en voie de sclérose. Outre le caractère fourre-tout des 17 ODD officiellement recommandés qui ne constituent plus qu'un patchwork sans vision structurante et sans force de vœux pieux onusiens et la difficulté de les traduire en activités didactiques cohérentes comme le dénoncent Richard-Emmanuel Eastes et Francine Pellaud²³, les exemples mentionnés sur le site du MEN ne relèvent d'aucun souci de durabilité, ce qui n'est pas le moindre des paradoxes ! Ainsi, affirmer qu'un milliard d'êtres humains serait sorti de la pauvreté en 15 ans sans préciser que dans le même temps (2000-2015), l'humanité s'est accrue d'1,2 milliard d'individus, et sans se demander si cette sortie de la pauvreté se serait produite à pression environnementale constante (en termes d'émissions de GES, de destruction d'écosystèmes naturels, etc.) ne paraît guère convaincant. En réalité, cette sortie de la pauvreté, rendue possible par l'accroissement soutenu du PIB des pays émergents, a exercé une pression accrue sur les ressources planétaires comme en témoignent tous les indicateurs anthropocéniques (Steffen, Broadgate, *et al.*, 2015), et s'est donc inscrite dans une trajectoire tout sauf durable.

Que l'EDD soit en recul ou non, pour Le Gall et ses collègues, le surgissement de l'éducation à l'Anthropocène n'exclut pas celui-ci, car les deux démarches ne seraient

²² <http://www.education.gouv.fr/cid114243/les-objectifs-de-developpement-durable.html>

²³ Cf. <https://blogs.letemps.ch/richard-emmanuel-eastes/2019/11/08/le-developpement-durable-en-crise-climatique/>

pas « contradictoires » : « D'un côté, le développement durable insiste, dans sa prise en compte de l'écologie, sur l'impérative nécessité de continuer à assurer un développement économique et social à l'ensemble de l'humanité. De l'autre, le changement global et l'Anthropocène mettent l'accent sur l'irréversibilité et la gravité de la crise écologique mondiale. » (Le Gall, Hamant et Bouron, 2017)

On pourrait en effet estimer que l'approche anthropocénique définit et justifie le cadre normatif du DD²⁴. C'est parce que l'homme atteint certaines limites planétaires et modifie les cycles biogéochimiques d'une manière qui échappe à sa maîtrise qu'il faut impérativement penser la soutenabilité de nos pratiques économiques et sociales.

Pourtant, le présupposé du DD exprimé par Le Gall et ses collègues comme « impérative nécessité de continuer à assurer un développement économique et social à l'ensemble de l'humanité » est précisément ce que questionne l'Anthropocène. Cette nécessité du « développement » ne va plus de soi en tant qu'elle met justement en danger la simple continuation de la plupart des formes de civilisation et même la survie de l'humanité. L'approche transductive et intégrative se fixe l'objectif de mettre au jour l'ensemble des liens qui font émerger un fonctionnement socio-technique donné dans un milieu associé. L'humain anthropocénique, dont « l'ontologie ne s'arrête pas [au] corps mais inclut également [l'] habitat local et global » comme l'affirment pourtant de manière très pertinente Le Gall *et al.*, s'impose comme une nouveauté radicale et ne peut être le même que l'individu moderne, cet *Homo oeconomicus*, qui poursuit le DD comme forme de bonne conscience. Bruno Latour (2015, p. 318) affirme que face à la reconfiguration politique qu'annonce la figure de Gaïa, « il n'est plus nécessaire de se cacher derrière un quelconque appel [...] aux valeurs indiscutables du développement humain » ou comme le résumait Bonneuil et Fressoz (2016, p. 36), « l'Anthropocène annule donc le projet irénique et rassurant d'un « développement durable. » »

Comme nous l'avons souligné, il y a pour comprendre l'Anthropocène un processus de transduction adoptive qui fait émerger une entité individu-milieu irréductible dont doit prendre conscience l'élève par la démarche d'intégration, notamment par la phase réflexive, hologrammatique, qui fait saisir, en résonance avec la dynamique anthropocénique, le lien entre son corps, son activité technique et les effets écologiques sur le milieu. De plus, comme le soulignent Hasni et Lebeaume (2010), en tant qu'« éducation à... », l'EDD doit selon ces auteurs être abordée d'un point de vue curriculaire pour surmonter une difficulté intrinsèque à l'EDD, sa dualité didactique, à la fois enseignement scientifique et éducation éthique visant des « implications sociétales » ; donc un enseignement reposant certes sur un corpus descriptif et explicatif solide, mais qui peut être perçu du fait de sa dimension normative comme moralisateur, subjectif, ou pire encore, comme porteur d'injonctions paradoxales :

²⁴ C'est la perspective défendue par le site Canopée : <http://crdp.ac-amiens.fr/edd/index.php/etatquestion/changement-climatique/1008-anthropocene>.

l'élève doit recycler (mais la société gaspille), l'élève doit décarboner (mais le professeur se déplace dans une grosse voiture), etc. A cette tentation d'une EDD que d'aucuns pourraient qualifier de culpabilisatrice qui aurait le défaut d'imposer un carcan moral parfois même contradictoire, l'EA se veut ouverte, non moralisatrice, tournée vers l'invention et plus descriptive tout en se voulant beaucoup plus réflexive. La différence majeure entre l'EDD et l'EA est que l'Anthropocène s'invente en même temps qu'il se déploie dans le processus d'anthropocénisation. Il n'existe pas de norme préalable à suivre, mais un processus réflexif, voire introspectif, à poursuivre. Ainsi, parmi d'autres possibilités, Lussault (2015) affirme que notre condition anthropocénique doit nous orienter vers une éthique du *care* : « En dressant le *Caring* en activité centrale et essentielle de la vie humaine, on oriente le type de relation à la fois juste et efficiente qu'il convient d'avoir avec tout être, tout élément naturel, tout objet dont il faut prendre soin en tant qu'il est tout aussi intrinsèquement vulnérable que je le suis ». Bruno Latour (2015), de son côté, nous invite à inventer un parlement des humains et des non-humains où les intérêts de ce qu'il nomme des « puissances d'agir » terrestres seraient représentés et débattus de manière diplomatique.

Enfin, le dernier point de divergence important entre l'EDD et l'EA réside dans les imaginaires bien distincts dans lesquels le DD et l'Anthropocène s'inscrivent. Celui du DD est centré sur le travail, l'utilisation des ressources naturelles, l'économie verte, la compensation des dégâts environnementaux, vers la montée en puissance des énergies et matières renouvelables, un partage plus équitable des bienfaits du progrès, des règles sociales plus justes afin de combattre la pauvreté ; mais cela, sans changer le mode de vie et les idéaux du monde occidental ; au contraire, il s'agit bien de le prolonger en le rendant plus soutenable.

L'Anthropocène, en prenant acte du fait que l'homme est devenu une force géologique, distend les limites de l'imagination. En tant qu'agents biologiques, nous accédons collectivement grâce à l'invention technique à une dimension de notre agir qui devient planétaire (Chakrabarty, 2009). Ce souffle vertigineux n'est pas sans provoquer une angoisse²⁵ qui induit soit le désir prométhéen de maîtriser les paramètres biophysiques terrestres essentiels, notamment par la géoingénierie qui a pour objectif de limiter artificiellement les effets du réchauffement climatique, mais en exposant l'ensemble de l'humanité à un risque existentiel fondamental, soit la passivité résignée devant la tragédie annoncée : la sixième extinction de masse allant de pair avec le réchauffement inéluctable du climat et l'effondrement et même la disparition de la civilisation thermo-industrielle. La résignation peut prendre plusieurs formes, que nous n'allons pas ici commenter. On peut citer entre autres « le syndrome du

²⁵ On peut ici évoquer ce thème chez Simondon qui est propre au sujet qui confronté à sa charge préindividuelle échoue à constituer un « nous » ou à atteindre une individuation satisfaisante. Par une formule dont la force poétique résonne plus que jamais avec l'éco-anxiété propre à l'Anthropocène, Simondon (2005, p. 250) rapporte qu'Homère dans *l'Illiade* imaginait l'être saisi d'angoisse comme portant le « fardeau de la terre » !

Titanic » (Hulot, 2009) – l'orchestre joue jusqu'au bout pour profiter de chaque instant de plaisir encore permis, le *care* comme recentrage consolateur sur les relations interpersonnelles contre la transcendance du politique (Lussault, 2015), ou encore le survivalisme – croyance que les individus les plus aguerris pourront survivre dans une terrible compétition darwinienne pour les dernières ressources disponibles.

Cette angoisse naît aussi de l'imposition du thème des limites. Alors que celles-ci semblent indéfiniment repoussées dans l'imaginaire du DD, précisément par sa mise en œuvre, la finitude du monde terrestre est une des conditions de la pensée anthropocénique. L'une des causes structurelles du réchauffement global tient ainsi de la limitation physique, chimique et biologique des puits naturels d'absorption du CO₂ émis par la combustion des combustibles fossiles (l'atmosphère, les océans et la végétation). De manière plus générale, Rockström (2013), et plus récemment Steffen et ses collègues (2015) ont analysé les limites supposées sûres en matière d'habitabilité humaine (*planetary boundaries*) de neuf systèmes planétaires et ont conclu que trois de ces limites étaient déjà atteintes ou franchies : le taux de disparition de la biodiversité, le niveau de réchauffement climatique attendu et enfin le niveau d'eutrophisation des eaux. Sur un plan plus symbolique, l'évocation des limites planétaires entre en résonance avec l'hypothèse Gaïa (Lovelock, 1993), l'idée que la Terre se comporterait *comme* un organisme (Latour, 2015), ou encore qu'il est temps de « redécouvrir la Terre » (Charbonnier, Latour et Morizot, s. d.) et qu'il s'agit de nouveau d'un « monde clos » (Latour et Hache, 2014). Certains auteurs n'hésitent pas à aller au-delà de ce retour à la Terre en revendiquant que nous serions déjà passés à une Terre post-anthropocénique plus étriquée et moins accueillante que cette planète abondante qui a vu naître et prospérer l'espèce humaine. Bill McKibben l'a baptisée « *Eaarth* » (McKibben, 2011), un nom qui évoque à la fois la proximité et l'étrangeté par rapport à la Terre-*Earth* originelle. Mais cette *Eaarth* qui a irrémédiablement franchi ses propres limites représente désormais une menace pour l'humanité dans sa connexion spontanée au monde ; car changer d'habitation, c'est changer d'habitudes de vie, de sensations, de comportements et, en fin de compte, de mode de pensées.

Cependant, quelles que soient les formes d'imaginaire inhérentes à l'Anthropocène, celles-ci débouchent inéluctablement sur un horizon catastrophique. En géographie, la catastrophe désigne la réalisation d'un risque, c'est-à-dire d'un danger potentiel, sur un territoire donné. La notion de risque renvoie à une représentation sociale propre à une culture, un territoire et une époque donnés. Traditionnellement, dans l'enseignement de la notion de catastrophe, on différencie les risques naturels des risques technologiques (Veyret, 1997), souvent de manière très marquée.

Or, ce clivage doit être dépassé (Dussaux, 2015), car il renvoie à une dichotomie devenue caduque entre l'homme et la nature, notamment parce que l'opérateur du rapport productif homme-nature, le travail, a été destitué de sa primauté par Simondon : « dire que le travail est l'exploitation de la nature par les hommes en société, c'est ramener le travail à une réaction élaborée de l'homme pris comme espèce

devant la nature à laquelle il s'adapte et qui le conditionne » (Simondon, 2012, p. 241). Que le travail libère ou aliène, qu'il crée ou qu'il détruit, il ne répond pas mécaniquement aux « besoins » naturels humains, mais procède de l'intériorisation individuelle d'autres normes, sociales, culturelles, mais aussi techniques comme le démontre Simondon.

Si l'idée de « travail » n'est pas questionnée par le développement durable au sens où il est sous-entendu par l'objectif de « développement », quand bien même certaines de ses modalités seraient à discuter pour garantir les durabilités sociale et environnementale, la dynamique anthropocénique interroge au contraire la légitimité du travail, au-delà même du cadre capitaliste dans lequel il prend place au niveau mondial. Le travail n'est pas par nature exploitation ou destruction au service de la société ou de l'espèce ; il ne l'est que dans l'imaginaire occidental d'un homme se rendant toujours plus maître et possesseur de la nature. Dès lors, apparaissent les vertus du non-travail comme remise en cause d'un conditionnement anti-naturaliste et comme refus d'une dynamique tendant vers la catastrophe. Le travail lui-même ne pourra se réinventer qu'en regagnant du sens, qu'en se redéfinissant comme médiation d'une technicité capable de réinventer la triade homme-objet-milieu dans un sens écologique.

Si l'on revient à la question de la technicité justement, celle-ci consiste à prendre acte, à travers le processus de concrétisation si bien décrit par Simondon de ce « mixte de nature et d'homme [...] constitué au niveau de [l'] objet ». Plus encore, une « convertibilité de l'humain en naturel et du naturel en humain s'institue à travers le schématisme technique » (Simondon, 2012, p. 245). Rétrospectivement, on ne peut qu'être frappé par le caractère prophétique de cette sentence, car, aujourd'hui, quel est l'autre nom de cette convertibilité généralisée, globalisée, et toujours plus prégnante à travers la généralisation des machines (thermodynamiques en particulier) et de leurs prothèses informationnelles et communicationnelles, si ce n'est l'Anthropocène lui-même.

Ainsi, dans la mesure où l'Anthropocène revient à prendre acte des rapports entre l'homme technicien et son milieu comme d'une individuation psycho-socio-technique émergente et irréductible, il faudrait désormais penser en termes de risque mésologique, risque systémique inhérent à un milieu « techno-géographique » donné ou de risque de niche au sens de « niche écologique humaine construite ». Nous proposons de substituer à la distinction naturel/technologique dans l'éducation aux risques une distinction global/local. En effet, le premier terme s'impose de lui-même car à l'époque de l'Anthropocène, on ne peut échapper à la forme globale du risque, dont le changement climatique est paradigmatique. Il s'agit d'un risque certain, mais dont l'échelle de temps dilue la notion d'aléa et pour lequel la vulnérabilité est inversement proportionnelle aux mesures d'adaptation. Mais ce risque anthropocénique va interagir avec les risques mésologiques locaux pour démultiplier ou au contraire réduire l'événement catastrophique. Ainsi, en fonction des types

d'amplification ou au contraire de tamponnement des risques entre les niveaux globaux et locaux, nous pouvons définir une forme transductive du risque, celle qui résulte, comme le précise Debaise (2004) d'une « structuration de proche en proche dans la confrontation des niveaux micro et macro », et dont la catastrophe, actualisation du risque suite à la survenue d'un événement déclencheur, est la réalisation effective.

Enfin, la notion de catastrophe perd paradoxalement son statut de « crise », car la crise est toujours en même temps opportunité. Pour Veyret (1997), il est tout à fait possible « d'envisager la perception de la catastrophe et ses conséquences comme « moteur » éventuel d'un nouvel état. La crise apparaît parfois comme le point de départ d'une évolution, d'un nouvel aménagement. » Au contraire, pour Bonneuil et Fressoz (2016, p. 35), le terme de « crise » est trompeur car celle-ci désigne « un état transitoire, or l'Anthropocène est un point de non-retour. Il désigne une bifurcation géologique sans retour prévisible à la « normale » de l'holocène ». Ils rejoignent ainsi l'analyse McKibben, en ce que l'inquiétante *Eaarth* va instituer la disruption et le dérèglement comme nouvelle forme de normalité. Pire encore, Carol Boggs (Boggs, 2016) envisage que le processus de « construction de niche devienne un piège maladaptatif pour notre espèce [ce qui] requiert de porter attention à toutes les pièces du puzzle. » En fin de compte, Dominique Bourg a choisi de substituer à la notion de crise globale celle de « dommage transcendantal », cette détérioration généralisée des « conditions même d'habitabilité de la Terre, pour le genre humain et les autres espèces » (Bourg, 2019, p. 48) et qui touchent aux conditions matérielles de possibilité de toute activité spirituelle et même vitale. L'enjeu principal de l'EA est donc pour les jeunes générations d'immanentiser les crises en cours par leur saisie concrète, matérielle et technique, afin que ces dommages transcendantsaux, qui toucheraient par ricochet temporel inversé toutes les générations humaines, restent à l'état de virtualité.

Conclusion

Si l'Anthropocène désigne non pas seulement une époque géologique en cours de validation, mais bien la nouvelle condition de l'espèce humaine, alors il doit reposer sur une narration, voire élaborer son grand récit. Mais celui-ci ne saurait être univoque et nombreux sont les êtres et les points de vue qui méritent d'avoir voix au chapitre. Ce processus de construction herméneutique est voué à se prolonger des années durant. Notre proposition consiste à mobiliser un outil didactique, la démarche d'intégration, afin de pouvoir construire un sens global et émergent de l'Anthropocène, compris, à la suite de Simondon, comme un processus d'anthropocénisation. Celui-ci place au centre du rapport homme-milieu associé l'objet technique comme médiateur de signification, et évite l'opposition trop tranchée entre les interprétations naturalisantes et sociocentrées de l'Anthropocène.

Ainsi, l'Anthropocène ne saurait relever d'une simple fatalité. Car comme l'a souligné Simondon, en tant que processus transindividuel, la pensée technique est avant tout de l'ordre de l'invention. Si l'Anthropocène exige notre attention, c'est bien parce que la réaction des sociétés ne saurait être une simple adaptation réflexe. Selon Lakind et Adsit-Morris (2018), qui se situent déjà dans une perspective post-anthropocénique, la Terre n'est déjà plus un objet bon à penser, au sens où elle fut le berceau de la civilisation qui a vu la pensée qui s'y épanouir. L'anthropocénisation de l'éducation est un défi à ce constat dramatique. En effet, et c'est une hypothèse qu'il faudrait approfondir, avec l'avènement de l'Anthropocène, on ne peut tout simplement plus concevoir l'acte d'enseigner comme il s'est perpétué depuis des siècles avec pour socles l'humanisme, la promesse du progrès, et plus récemment encore l'idéal d'émancipation. Lorsque la figure de l'homme devient menaçante, voire auto-destructrice, il faut alors complètement repenser l'humanisme, le lien entre les générations pour ne pas transférer toute notre responsabilités anthropocéniques aux générations futures, les valeurs et les idéaux d'un héritage devenu dette. Il ne s'agit rien de moins que de réinventer la figure de l'élève en tant que jeune d'une espèce humaine parmi de nombreuses autres espèces non-humaines, tous confrontés à l'impératif de survie en temps de crise climatique, écologique et géologique globale.

Bibliographie

- AYKUT S.C (2018). « Chapitre 30 - Le Climat de l'Anthropocène », dans LARRERE C., BEAU R. (dirs.), *Penser l'Anthropocène*, Presses de Science Po, Paris, p. 499-522.
- BACHOLD M. (2012). « Les fondements constructivistes de l'enseignement des sciences basé sur l'investigation », *Tréma*, n° 38, p. 6-39.
- BARTHELEMY J.H (2015). « Glossaire Simondon : les 50 grandes entrées dans l'œuvre », *Appareil*, n° 16.
- BARTHELEMY J.H (2018). *La société de l'invention: pour une architectonique philosophique de l'âge écologique*, Éditions Matériologiques, Paris (Collection « Essais »).
- BOGGS C. (2016). « Human Niche Construction and the Anthropocene » EMMETT R., LEKAN T. (dirs.), *Whose Anthropocene? Revisiting Dipesh Chakrabarty's « Four Theses »*.
- BOURG D. (2019). *Une nouvelle Terre*, Desclée De Brouwer, Paris.
- CALMETTES G. (2002). « L'information à l'école : aliénation technique et illusion pédagogique », dans *Gilbert Simondon : une pensée opérative*, Publ. de l'Univ. de Saint-Étienne, Saint-Etienne.
- CHAKRABARTY D. (2009). « The Climate of History: Four Theses », *Critical Inquiry*, 35, n° 2, p. 197-222.
- CHARBONNIER P., LATOUR B., MORIZOT B. (s. d.). « Redécouvrir la terre s : <http://journals.openedition.org/traces/7071> ; DOI : 10.4000/traces.7071 », *Tracés. Revue de sciences humaines [en ligne]*, 33, n° mis en ligne le 17 septembre 2017.

- COQUIDE M., FORTIN C., RUMELHARD G. (2009). « L'investigation: fondements et démarches, intérêts et limites », *Aster*, n° 49.
- CRUTZEN P.J., STOERMER E.F. (2000). « The "Anthropocene" », *Global Change Newsletters*, 41, p. 17.
- DEBAISE D. (2004). « Le langage de l'individuation », *Multitudes*, 18, n° 4, p. 101-106.
- DEWEY J. (1993). *Logique: la théorie de l'enquête*, Presse Universitaires de France, Paris.
- DUSSAUX M. (2015). « Risques, citoyenneté et éducation » LANGE J.-M. (dir.), « *Les éducations à – Un des leviers de transformation du système éducatif ?* », p. 144-158.
- FRESSOZ J.-B., BONNEUIL C. (2016). *L'Événement anthropocène. La Terre, l'histoire et nous: La Terre, l'histoire et nous*, Points.
- GAUTHIER J. (2009). « De la créativité à l'école », *Skholè*.
- GEMENNE F., RANKOVIC A. (2019). *Atlas de l'anthropocène*, Presses de Sciences Po, Paris.
- HARARI Y.N. (2018). *Sapiens: une brève histoire de l'humanité*, Albin Michel, Paris.
- HASNI A., LEBEAUME J. (2010). *Enjeux contemporains de l'éducation scientifique et technologique*, Les Presses de l'Université d'Ottawa, Ottawa.
- HULOT N. (2009). *Le syndrome du Titanic*, Calman-Levy/LGF, Paris.
- LAKIND A., ADSIT-MORRIS C. (2018). « Future Child: Pedagogy and the Post-Anthropocene », *Journal of Childhood Studies*, 43, n° 1, p. 30-43.
- LATOUR B. (2015). *Face à Gaïa: huit conférences sur le nouveau régime climatique*, La Découverte : Les Empêcheurs de penser en rond, Paris (Les Empêcheurs de penser en rond).
- LATOUR B., HACHE E. (2014). *De l'univers clos au monde infini*, Éditions Dehors, Bellevaux.
- LE GALL J., HAMANT O., BOURON J.-B. (2017). « Anthropocène », *Géoconfluences*.
- LEGARDEZ A. (2016). « Questions Socialement Vives, et Education au Développement Durable. L'exemple de la question du changement climatique », *Revue francophone du développement durable*.
- LOVELOCK J.E., COUTURIAU P., ROLLINAT C. (1993). *La Terre est un être vivant: l'hypothèse Gaïa*, Flammarion, Paris.
- LUSSAULT M. (2015). « Bienvenue dans l'anthropocène », *Tous urbains*, 12, n° 4, p. 12-13.
- MALM A. (2016). « Le mythe de l'anthropocène », *Période*.
- MALM A., HORNBORG A. (2014). « The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative », *The Anthropocene Review*, 1, n° 1, p. 62-69.
- McKIBBEN B. (2011). *Eaarth: making a life on a tough new planet*, St. Martin's Griffin, New York.
- MERENNE-SCHOUMAKER B. (2016). « Pour un renouveau de la didactique de la géographie », *Cybergeog : European Journal of Geography*.
- MORIN E. (2008). *La méthode*, Éd. du Seuil, Paris (Opus).
- MORIN E. (2014). *Enseigner à vivre: manifeste pour changer l'éducation*, Actes sud/Play bac, Arles (Domaine du possible. Changer l'éducation).
- ODLING-SMEE F.J., LALAND K.N., FELDMAN M.W. (2013). *Niche construction: the neglected process in evolution*, Princeton University Press, Princeton.

- ORESQUES N., CONWAY E.M. (2012). *Les marchands de doute: ou comment une poignée de scientifiques ont masqué la vérité sur des enjeux de société tels que le tabagisme et le réchauffement climatique*, traduit par TREINER J., Éd. le Pommier, Paris.
- PELLAUD F. (2017). « Changements climatiques et transition énergétique : complexité, approche systémique et cartes conceptuelles. », *Revue francophone du développement durable*, n° 9, p. 99-111.
- PIGLIUCCI M., MULLER G., KONRAD LORENZ (2010), INSTITUTE FOR EVOLUTION AND COGNITION RESEARCH - *Evolution, the extended synthesis*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- ROCKSTROM J., STEFFEN W. & al. (2013). « A safe operating space for humanity », *Nature*, v.461, 472-475 (2009), 46.
- SIOMONDON G. (1992). « Réflexions préalables à une refonte de l'enseignement », *Papiers du Collège international de Philosophie*, 12.
- SIMONDON G. (2005). *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Millon, Grenoble (Krisis).
- SIMONDON G. (2012). *Du mode d'existence des objets techniques*, Nouv. éd. rev. et corr, Aubier, Paris (Philosophie).
- STEFFEN W., BROADGATE W., DEUTSCH L., GAFFNEY O., LUDWIG C. (2015). « The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration », *The Anthropocene Review*, 2, n° 1, p. 81-98.
- STEFFEN W., RICHARDSON K. & al. (2015). « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet », *Science*, 347, n° 6223, p. 1259855.
- STIEGLER B. (2008). *Prendre soin*, Flammarion, Paris.
- STIEGLER B. (dir.) (2014). *Digital studies: organologie des savoirs et technologies de la connaissance*, Fyp éditions, Limoges (Collection du nouveau monde industriel).
- STIEGLER B., PETIT V. (2013). *Pharmacologie du Front national*, Flammarion, Paris (Bibliothèque des savoirs).
- TOUSSAINT J.F, SWINGHEDAUW B., BŒUF G., MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE (FRANCE) (dirs.) (2012). *L'homme, peut-il s'adapter à lui-même: marges d'adaptation de l'espèce humaine face aux changements environnementaux*, Éditions Quae, Versailles.
- VEYRET Y. (1997). « Enseigner les risques naturels, une « nouvelle géographie physique » ? », *Bulletin de l'Association de géographes français*, 74, n° 3, p. 273-281.
- WEBER F. (2015). *Brève histoire de l'anthropologie*, Flammarion, Paris (Champs Essais).
- ZALASIEWICZ J., WATERS C., HEAD M.J. (2017). « Anthropocene: its stratigraphic basis », *Nature*, 541, p. 289.